

DISCHARGE LAMP LIGHTING DEVICE

Patent number: JP2001338789
Publication date: 2001-12-07
Inventor: KAMOI TAKESHI; KOMATSU NAOKI; SHIOMI TSUTOMU;
YIYOUNG SUN; GOURIKI TAKESHI; NIIHORI HIROSHI
Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD
Classification:
- international: **H05B41/24; H05B41/24; (IPC1-7): H05B41/24**
- european:
Application number: JP20000156957 20000526
Priority number(s): JP20000156957 20000526

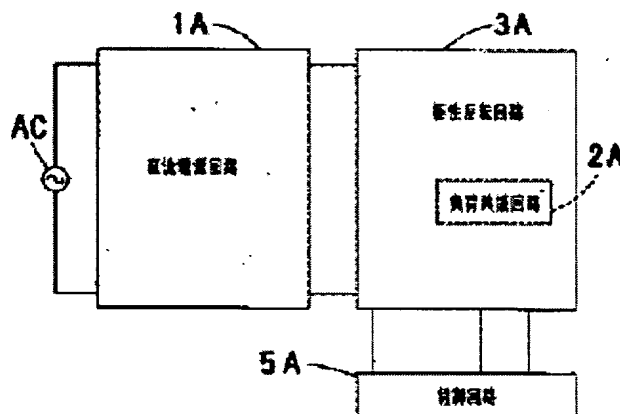
[View INPADOC patent family](#)

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2001338789

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a discharge lamp lighting device, capable of suitably starting a discharge lamp with a high-voltage pulse voltage obtained by LC resonance and supplying the energy necessary for smooth transfer to arc discharge to the discharge lamp.

SOLUTION: This discharge lamp lighting device comprises a DC power source 1A; a load resonance circuit 2A comprising an inductor L1, a capacitor C1 and a discharge lamp La; an inversion circuit 3A comprising the serial connection of at least first and second switching elements connected, in parallel with the DC power source 1A, which converts the DC power from the DC power source 1A into AC power and supplies it to the load resonance circuit 2A; and a control circuit 5A for alternately causing each switching element turn on/off at high frequency, so as to alternately generate a first period where the on-period of the second switching element is longer than that of the first switching element and a second period where the on-period of the second switching element is shorter to apply a rectangular wave-like low frequency voltage to the discharge lamp La. The control circuit 5A superposes the DC component of the output of the inversion circuit 3A to the resonance pulse from the load resonance circuit 2A and continuously



THIS PAGE BLANK (USPTO)

changes the switching frequency of each switching element for a prescribed time from the start of one of the first and second periods.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Even if there are few series connections by which parallel connection is carried out to the output terminal of the DC-power-supply circuit for direct-current electric power supplies which has the output terminal of a pair, and a DC-power-supply circuit, the 1st and 2nd switching elements are included. The polarity-reversals circuit which changes the direct current power from a DC-power-supply circuit into alternating current power, The load resonance circuit to which an inductor, a capacitor, and a electric-discharge lamp make, and the alternating current power from a polarity-reversals circuit is supplied, It has the control means which controls the electrical potential difference which is made to turn on / turn off the 1st and 2nd switching element of a polarity-reversals circuit by turns, and is impressed to the electric-discharge lamp of a load resonance circuit. A control means While turning on/off operating the 1st and 2nd switching element by the RF by turns and impressing a square wave-like low frequency electrical potential difference to a electric-discharge lamp so that the 1st period when the "on" period of the 2nd switching element becomes longer than the 1st switching element, and the 2nd period which becomes short may be made to generate by turns, starting of a electric-discharge lamp, The electric-discharge lamp lighting device which DC component is superimposed on a resonance pulse from a load resonance circuit in lighting mode, and the switching frequency of each switching element is changed continuously, and impresses the high voltage to a electric-discharge lamp.

[Claim 2] A control means is a electric-discharge lamp lighting device according to claim 1 which changes the switching frequency of the 1st and 2nd switching element to predetermined time amount from one [at least] initiation time of the 1st and 2nd period.

[Claim 3] A control means is a electric-discharge lamp lighting device according to claim 1 which carries out multiple-times change of the switching frequency of the 1st and 2nd switching element at least in one side of the 1st and 2nd period.

[Claim 4] A control means is a electric-discharge lamp lighting device according to claim 1 which changes the switching frequency of the 1st and 2nd switching element at least in one side of the 1st and 2nd period to a low frequency or a high frequency.

[Claim 5] A control means is a electric-discharge lamp lighting device according to claim 2 which changes the switching frequency of the 1st and 2nd switching element

at least in one side of the 1st and 2nd period to a low frequency or a high frequency.

[Claim 6] A control means is a electric-discharge lamp lighting device according to claim 1 which changes the switching frequency of the 1st and 2nd switching element at least in one side of the 1st and 2nd period to a low frequency.

[Claim 7] A control means is a electric-discharge lamp lighting device according to claim 2 which changes the switching frequency of the 1st and 2nd switching element at least in one side of the 1st and 2nd period to a low frequency.

[Claim 8] The 1st and 2nd switching element is a electric-discharge lamp lighting device according to claim 1 which is half bridge connection, including further the 1st and 2nd capacitor of a series connection which connected the polarity-reversals circuit to the 1st and 2nd switching element and juxtaposition.

[Claim 9] The 1st thru/or the 4th switching element are a electric-discharge lamp lighting device according to claim 1 which is full bridge connection, including further the 3rd and 4th switching element of a series connection which connected the polarity-reversals circuit to the 1st and 2nd switching element and juxtaposition.

[Claim 10] The inductor and capacitor of a load resonance circuit are a electric-discharge lamp lighting device according to claim 1 which is connected to a serial and constitutes a series resonant circuit.

[Claim 11] A load resonance circuit is a electric-discharge lamp lighting device according to claim 1 which becomes in the duplex LC resonance circuit containing two inductors and two capacitors.

[Claim 12] A polarity-reversals circuit contains the 1st and 2nd capacitor of a series connection linked to the 1st and 2nd switching element and juxtaposition. The 1st inductor and the 3rd capacitor of a series connection which connected the load resonance circuit between the node of the 1st and 2nd switching element, and the node of the 1st and 2nd capacitor, The 4th capacitor connected to the 1st inductor and the 3rd capacitor at juxtaposition, The electric-discharge lamp lighting device according to claim 1 which becomes the 2nd inductor inserted between the node of the 1st and 2nd switching element, the 1st inductor, and the node of the 4th capacitor, and the 3rd capacitor in the duplex LC resonance circuit which becomes with the electric-discharge lamp linked to juxtaposition.

[Claim 13] It is the electric-discharge lamp lighting device according to claim 1 to which the switching frequency of the 1st and 2nd switching [in / the 1st and 2nd switching element is half bridge connection, and / in a control circuit / at least / one side of the 1st and the 2nd period] is changed while a polarity-reversals circuit contains the 1st and 2nd capacitor of a series connection linked to the 1st and 2nd

switching element and juxtaposition.

[Claim 14] An exchange means is a electric-discharge lamp lighting device according to claim 1 which has a configuration using the 1st and 2nd switching element of a polarity-reversals circuit including a means by which a DC-power-supply circuit changes the alternating current power from AC power supply into direct current power.

[Claim 15] The electric-discharge lamp of a load resonance circuit is a high-intensity-discharge LGT, and a polarity-reversals circuit includes an intermittent oscillation means to make the high frequency switching operation of the 1st and 2nd switching element perform intermittently. For a control circuit, the predetermined period after lighting distinction of the high-intensity-discharge LGT by the lighting distinction means is a electric-discharge lamp lighting device of a polarity-reversals circuit according to claim 1 which controls an intermittent oscillation means at least and aims at stable lighting of a high-intensity-discharge LGT at least including a lighting distinction means by which a control circuit distinguishes the lighting condition of a high-intensity-discharge LGT.

[Claim 16] For a control circuit, a lighting distinction means is [the predetermined period after lighting distinction of a high-intensity-discharge LGT] the electric-discharge lamp lighting device according to claim 15 to which lighting is maintained with a larger current value than the predetermined current value passed with the high-intensity-discharge LGT at the time of initial lighting.

[Claim 17] For a control circuit, a lighting distinction means is [the predetermined period after lighting distinction of a high-intensity-discharge LGT] the electric-discharge lamp lighting device according to claim 15 to which lighting of a high-intensity-discharge LGT is maintained where a load resonance circuit is operated.

[Claim 18] A control circuit is a electric-discharge lamp lighting device according to claim 15 which maintains the starting operation of a load resonance circuit, a lighting distinction means forbidding actuation of an intermittent oscillation means, and making impression actuation of the electrical potential difference to a high-intensity-discharge LGT continue even if a lighting distinction means distinguishes the non-point of a high-intensity-discharge LGT in the predetermined period after lighting distinction of a high-intensity-discharge LGT.

[Claim 19] Even if, as for a control circuit, a lighting distinction means distinguishes the non-point of a high-intensity-discharge LGT in the predetermined period after a lighting distinction means distinguishing lighting of a high-intensity-discharge LGT,

actuation of an intermittent oscillation means is forbidden. The electric-discharge lamp lighting device according to claim 15 which supplies the current of a larger value than the predetermined current value which continues the starting operation of a load resonance circuit, making impression actuation of the electrical potential difference to a high-intensity-discharge LGT continue, and is supplied to the high-intensity-discharge LGT at the time of initial lighting to a high-intensity-discharge LGT.

[Claim 20] A control circuit is further equipped with a lamp current detection means and a lamp voltage detection means. A lamp current detection means detects the current which flows from a DC-power-supply circuit when a high-intensity-discharge LGT produces dielectric breakdown with the resonance voltage of the load resonance circuit at the time of no-load and it starts. While a control circuit makes actuation of the 1st and 2nd switching element of a fixed period polarity-reversals circuit continue according to the detecting signal by it, suspend actuation of an intermittent oscillation means and starting operation is made to continue. The electric-discharge lamp lighting device according to claim 15 which controls actuation of the 1st and 2nd switching element so that the current of a bigger value than the current value decided by each detecting signal from a lamp current detection means and a lamp voltage detection means in the lamp current value at this time flows.

[Claim 21] The 2nd inductor which a DC-power-supply circuit is a pressure-up chopper circuit of parallel connection, and connected [AC power supply] it to the rectifier of parallel connection, and the rectifier by the end at the high potential side outgoing end of a rectifier, The 1st diode which connected the anode to the other end of the 2nd inductor, the 3rd switching element linked to the other end of the 2nd inductor, and the low voltage side outgoing end of a rectifier, It becomes by what contains the parasitism diode linked to juxtaposition in the 3rd switching element. A polarity-reversals circuit The 2nd diode which carried out parallel connection to the output of a DC-power-supply circuit, the 1st switching element, the 3rd diode, and the series connection of the 2nd switching element, The 2nd diode and the 4th diode of the 1st switching element and parallel connection, The 3rd diode and the 5th diode of the 2nd switching element and parallel connection, It becomes by the series connection of the 2nd and 3rd capacitor which carried out parallel connection to the DC-power-supply circuit output. A load resonance circuit The 1st switching element of a polarity-reversals circuit, and the node of the 3rd diode, It becomes the 1st inductor, the series connection of the 1st capacitor, and the 1st capacitor which were connected between the node of the 4th and 5th diode, and the node of the 2nd and

3rd capacitor with the electric-discharge lamp of parallel connection. The 1st control circuit which a control means detects the output voltage of a pressure-up chopper circuit, and carries out the pressure up of the output voltage of a rectifier to predetermined level by ON / off control of the 3rd switching element, The electric-discharge lamp lighting device according to claim 1 which consists of the 2nd control circuit which controls ON/OFF of the 1st and 2nd switching element by electric-discharge lamp power which detected and obtained the current and electrical potential difference which are supplied to a electric-discharge lamp.

[Claim 22] A DC-power-supply circuit to AC power supply at the outgoing end of the rectifier of parallel connection, and a rectifier The 2nd capacitor of parallel connection, The 2nd inductor which connected the end to the high potential side outgoing end of a rectifier, the 1st diode which connected the anode to the other end of the 2nd inductor, The 3rd switching element linked to the other end of the 2nd inductor, and the low voltage side outgoing end of a rectifier, It becomes by the 3rd capacitor which connected the cathode of the 1st diode to the low voltage side outgoing end of a rectifier. A polarity-reversals circuit becomes in a full bridge circuit including the series connection of the 1st and 2nd switching element and the series connection of the 4th and 5th switching element which carried out parallel connection to the outgoing end of a DC-power-supply circuit. A load resonance circuit becomes the 1st inductor, the series connection of the 1st capacitor, and the 1st capacitor which were connected between the node of the 1st and 2nd switching element of a polarity-reversals circuit, and the node of the 4th and 5th switching element with the electric-discharge lamp of parallel connection. The 1st control circuit where a control means controls ON/OFF of the 3rd switching element according to the output of a DC-power-supply circuit, The electric-discharge lamp lighting device according to claim 1 which consists of the 2nd control circuit which detects the current and electrical potential difference which are supplied to a electric-discharge lamp, and controls ON/OFF of the 1st, 2nd, 4th, and 5th switching element according to those detecting signals.

[Claim 23] A polarity-reversals circuit includes the series connection of the 2nd capacitor linked to juxtaposition, and the 3rd capacitor in the outgoing end of a DC-power-supply circuit further. A load resonance circuit While becoming by the aforementioned inductor and the series connection of a capacitor, the end by the side of a capacitor is connected at the node of the 2nd capacitor and the 3rd capacitor. The 1st resonance circuit which connected the other end by the side of an inductor with the 1st at the node of the 2nd switching element, It becomes in the 2nd

resonance circuit which becomes by the series connection of the 3rd inductor connected between the 4th capacitor linked to the both ends of the 1st resonance circuit and the inductor side other end of the 1st resonance circuit, and the node of the 1st and 2nd switching element. Said load is a electric-discharge lamp lighting device according to claim 1 connected to the both ends of the capacitor of the 1st resonance circuit.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the electric-discharge lamp lighting device which started the electric-discharge lamp lighting device with high startability, improved the startability of a high-intensity-discharge LGT (HID lamp), and reduced the stress to each part article.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, the conventional electric-discharge lamp lighting device indicated by JP,63-150895,A is equipped with the control circuit ON / for off control of the 1st and the 2nd transistor for high frequency actuation, the 3rd and the 4th transistor for low frequency actuation, and the transistor from these [1st] to the 4th, and the ignitor for high-pressure pulse-voltage generating, and impresses the alternating voltage of the shape of a square wave which a polarity reverses a fixed period to a electric-discharge lamp through an inductor.

[0003] The 1st and the 2nd comparator with which, as for the control circuit in above equipment, the 1st and the 2nd reference voltage V_{r1} and V_{r2} are impressed, respectively, The oscillator circuit which oscillates the clock signal of the predetermined frequency set up in the time constant circuit which consists of a capacitor and resistance, The 1st flip-flop reversed by the output of each comparator, It consists of a timer circuit which outputs the pulse signal of a fixed period, and a drive circuit which forms the control signal of two pairs of each transistors based on a flip-flop output (high frequency signal f_h) and a timer circuit output (low frequency signal f_l).

[0004] The drive circuit is formed with the 2nd flip-flop, the 1st thru/or the 4th AND circuit, the 5th and the 6th transistor and the 1st, and the 2nd pulse transformer.

[0005] An ignitor is constituted by a bidirection 3 terminal thyristor (triac), a bidirection 2 terminal switch (switch), the 3rd pulse transformer, etc., and the

high-pressure pulse voltage for starting by which induction is carried out to the secondary coil of the 3rd pulse transformer impresses it to a electric-discharge lamp through the 1st capacitor by turning on / turning off a triac at the time of starting of a electric-discharge lamp.

[0006] When actuation of this electric-discharge lamp lighting device is explained, the output of an oscillator circuit is compared with the 2nd reference voltage V_{r2} by the 2nd comparator, if an oscillator-circuit output becomes larger than the 2nd reference voltage, the 2nd comparator output will become high-level, the 1st flip-flop will be set, and that output will be set to a high level. The 1st or the 3rd transistor turns on from this moment, a current flows, and the electrical potential difference V_{dt} according to a current occurs in the both ends of current detection resistance. When this electrical potential difference V_{dt} and 1st reference voltage V_{r1} are compared by the 1st comparator and become $V_{dt} > V_{r1}$, the 1st comparator output is set to a high level, and the 1st flip-flop is reset.

[0007] The high frequency signal f_h outputted from the 1st flip-flop is inputted into a drive circuit as a timing signal of high frequency switching operation. On the other hand, the low frequency signal f_l outputted from a timer circuit is inputted into a drive circuit as a timing signal of low frequency switching operation, and is set to the frequency twice the frequency of polarity reversals.

[0008] While forming and dividing-outputting the ON control signal of the 3rd and the 4th transistor by the 3rd and the 4th AND circuit in a drive circuit by using the low frequency signal f_l as the 2nd flip-flop. With the high frequency signal f_h , the output of the 1st and the 2nd AND circuit is suitably made into a high level, and ON / off control signal of the 1st and 2nd transistor are outputted through the 5th and 6th transistor and 2nd and 3rd pulse transformer. Therefore, a polarity is reversed a fixed period and the alternating voltage which is outputted from the inverter of a full bridge configuration and is impressed to a electric-discharge lamp through an inductor turns into an electrical potential difference by which the chop was carried out by high frequency.

[0009] In an ignitor, the 2nd capacitor is charged in front of polarity reversals, the 3rd capacitor is charged through resistance after polarity reversals, and it flows through a triac according to the time constant decided by the 1st and 2nd resistance and 4th capacitor. That is, when the both-ends electrical potential difference of the 4th capacitor reaches the response electrical potential difference of a switch, a switch flows and the trigger of the triac is carried out. Thus, if a triac flows, the 2nd and 3rd capacitor will be connected to a serial, the charge charge will discharge through the

primary coil of the 1st transformer, the high-pressure pulse voltage for starting will occur in the secondary coil, and it will be impressed by the electric-discharge lamp.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, in the above-mentioned well-known electric-discharge lamp lighting device Since it has the same period (a switching frequency is 100-200Hz) also at the time of the time of starting (at the time of discharge starting), and a stationary point LGT, the polarity-reversals period of the alternating voltage impressed to a electric-discharge lamp Even if a high-pressure pulse voltage is impressed at the time of starting and the electric-discharge lamp was starting, a reversed-polarity electrical potential difference will be impressed immediately, and discharge became is hard to be maintained, and it could not shift to a stationary point LGT smoothly, but there was a problem that the starting characteristic was bad.

[0011] The control circuit proposed as one remedy in above well-known equipment In the time of no-load [which is further equipped with each component which is connected on the 3rd flip-flop and the outskirts of this in addition to the configuration of the above-mentioned control circuit, and the electric-discharge lamp has not put into operation] Always set the output of the 1st comparator as a low, a charge is made not to be stored in a surrounding capacitor, and a transistor turns off. When the output of the 3rd flip-flop is set to a low, the 3rd resistance is inserted, and the polarity-reversals period of alternating voltage is lengthened enough (it is set as 10Hz or less). Therefore, in this electric-discharge lamp lighting device, when being discharging by impression of a high-pressure pulse voltage, by impressing the same polar electrical potential difference sufficiently long, it can shift to stable discharge easily and the starting characteristic is improved. However, in a electric-discharge lamp lighting device equipped with the control circuit as such a remedy, there was a problem that spacing of the high-pressure pulse voltage which covers the whole at the time of starting, and is impressed to a electric-discharge lamp since the polarity-reversals period of alternating voltage is long became long, and starting time amount became long.

[0012] If there are some which generate a high-pressure pulse voltage with LC resonance voltage as other solutions, for example, the 1st, the group of the 4th transistor, and the group of the 2nd and 3rd transistor are made to turn on / turn off by 50% of on-duty by turns, respectively, it will become possible to make a continuous high-pressure pulse voltage with the equal level by LC resonance impress to a electric-discharge lamp. However, by this method, since DC component is not

contained in the electrical potential difference impressed to a electric-discharge lamp, there is a problem from which energy required since it shifts to the arc discharge after dielectric breakdown smoothly is not obtained.

[0013] Moreover, although what is necessary is just to set up a switching frequency near LC resonance frequency in order to obtain a high-pressure pulse voltage, it is necessary to pass the big resonance current in this case, and the problem that big stress starts a coil, a capacitor, a switching element, etc. arises.

[0014] This invention supplies energy required in order to make it shift to arc discharge smoothly to a electric-discharge lamp, raises startability, and is to offer the electric-discharge lamp lighting device which reduces the cost which moreover starts component parts, such as a coil, a capacitor, and a switching element, while it carries out starting lighting of the electric-discharge lamp suitably in view of this reason with the high-pressure pulse voltage obtained by LC resonance.

[0015]

[Means for Solving the Problem] The DC-power-supply circuit for direct-current electric power supplies where this invention has the output terminal of a pair, The polarity-reversals circuit of the series connection by which parallel connection is carried out to the output terminal of a DC-power-supply circuit which changes the direct current power from a DC-power-supply circuit into alternating current power including the 1st and 2nd switching elements at least, It has the load resonance circuit which grows into an inductor, a capacitor, and this capacitor with the electric-discharge lamp of parallel connection, and the control circuit which controls the electrical potential difference which is made to turn on / turn off the 1st and 2nd switching elements of a polarity-reversals circuit by turns, and is impressed to the electric-discharge lamp of a load resonance circuit. and A control circuit so that a "on" period may generate by turns the 1st period when the 2nd switching element becomes long from the 1st switching element, and the 2nd period which becomes short While making the 1st and 2nd switching elements turn on / turn off by high frequency operation by turns and impressing a square wave-like low frequency electrical potential difference to a electric-discharge lamp In the starting lighting mode of a electric-discharge lamp, DC component is superimposed on a resonance pulse from a load resonance circuit, and control which the switching frequency of each switching element is changed continuously, and impresses the high voltage to a electric-discharge lamp is performed.

[0016] While carrying out starting lighting of the electric-discharge lamp suitably by this with the high-pressure pulse voltage obtained by LC resonance, energy required

in order to make it shift to arc discharge smoothly is supplied to a electric-discharge lamp, startability is raised, and the cost which moreover starts component parts, such as a coil, a capacitor, and a switching element, is reduced.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with the example of illustration.

[0018] Drawing 1 is the outline block diagram of the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention. DC-power-supply circuit 1A which lighting devices, such as discharge concerning the gestalt of this operation, change the alternating current power from AC power supply AC into direct current power, and is supplied to the output terminal of a pair, Polarity-reversals circuit 3A which changes the direct current power from DC-power-supply circuit 1A into alternating current power including 2 switching elements of the 1st and the 2nd capacitor of a series connection which were desirably connected to the output terminal of DC-power-supply circuit 1A, and juxtaposition, respectively, and the 1st and **, Load resonance circuit 2A containing the electric-discharge lamp which carries out parallel connection to the series connection of an inductor and a capacitor, and this capacitor desirably, and receives the alternating current power from polarity-reversals circuit 3A, It consists of control circuit 5A which controls the electrical potential difference which is made to turn on / turn off each switching element of a polarity-reversals circuit by turns, and is supplied to a electric-discharge lamp.

[0019] The 1st period when, as for control circuit 5A, the "on" period of the 2nd switching element becomes long rather than the "on" period of the 1st switching element, By turning on/off operating both switching elements by the RF by turns so that the 2nd period when the "on" period of the 2nd switching element becomes short rather than the "on" period of the 1st switching element may be made to generate The duty of a switching element is controlled out of balance, ON / off frequency is changed, and a square wave-like low frequency electrical potential difference is impressed to a electric-discharge lamp. That is, control circuit 5A changes the frequency of each switching element at least in one side of each 1st and 2nd period, and impresses the high voltage to a electric-discharge lamp.

[0020] With this configuration, since a switching frequency changes, when LC resonance by the inductor and the capacitor becomes a peak, the high-pressure pulse voltage used as the maximum comes to be impressed by the electric-discharge lamp. Thereby, a electric-discharge lamp comes to carry out starting lighting suitably.

Moreover, since the 1st and 2nd switching elements turn on / turn off by high frequency operation by turns so that a "on" period may generate by turns the 1st period when the 2nd switching element becomes long from the 1st switching element, and the 2nd period which becomes short, it comes to impress a square wave-like low frequency electrical potential difference to a electric-discharge lamp, and the energy which may be made to shift to arc discharge smoothly is supplied to a electric-discharge lamp. Consequently, while being able to put a electric-discharge lamp into operation suitably and being able to make the light switch on with the high-pressure pulse voltage obtained by LC resonance, it becomes possible to supply energy required in order to make it shift to arc discharge smoothly to a electric-discharge lamp, and to raise startability.

[0021] Drawing 2 is a concrete circuit diagram of the electric-discharge lamp lighting device of the gestalt of the 1st operation shown in drawing 1 . DC-power-supply 1A for direct-current electric power supplies in which the electric-discharge lamp lighting device shown in drawing 2 has pressure-up chopper circuit 11A, Load resonance circuit 2A which changes by the inductor L1, the capacitor C1 by which a series connection is carried out to this inductor L1, the electric-discharge lamp (high-intensity-discharge LGT) La of the series connection by which parallel connection is carried out to this capacitor C1, and resistance R1, It is constituted by polarity-reversals circuit 3A which changes the direct current power from DC-power-supply 1A into alternating current power, and is supplied to load resonance circuit 2A, control circuit 4A for pressure-up chopper circuit 11A, and control circuit 5A for polarity-reversals circuit 3A.

[0022] When each part of this equipment is explained further in full detail, DC-power-supply 1A AC power supply AC is consisted of by the rectifier DB which rectifies by incorporating alternating current power, and pressure-up chopper circuit 11A. This pressure-up chopper circuit 11A The inductor L11 to which the high potential side outgoing end and end of Rectifier DB are connected, It has the switching element Q11 by which a drain and the source are connected with the other end of this inductor L11, and the low voltage side outgoing end of Rectifier DB, respectively and which becomes, for example by FET, and the diode D11 to which the other end and the anode of an inductor L11 are connected. However, the switching element Q11 has the structure of having the parasitism diode D11 by which a source substrate is connected and a cathode and an anode are connected to a drain and the source, respectively.

[0023] The diode D3 Q1 of a series connection with which parallel connection of the

polarity-reversals circuit 3A is carried out to the output of DC-power-supply 1A, for example, the 1st switching element which becomes by FET, and the 2nd switching element Q2 which becomes for Diodes D4 and FET, The diode D5 by which parallel connection is carried out to diode D3 and the 1st switching element Q1, It has the diode D6 by which parallel connection is carried out to diode D4 and the 2nd switching element Q2, and the 1st and 2nd capacitor CE1 and CE2 of the series connection by which parallel connection is carried out to the output of direct-current 1A. However, the 2 switching elements Q1 and Q2 of the 1st ** have the parasitism diodes D1 and D2 like the switching element Q11 of a pressure-up chopper circuit, respectively.

[0024] Control circuit 4A for pressure-up chopper circuits is equipped with the drive circuit 42 for driving a switching element Q11 in response to the output voltage detector 41 which detects the output voltage of pressure-up chopper circuit 11A, and this detecting signal, performs generation and the output of the control signal ON / for off to a switching element Q11, and performs ON / off control. Moreover, for example, control which ON / off control of the switching element Q11 are performed [control], and carries out the pressure up of the output voltage of Rectifier DB to predetermined level is performed as usual, carrying out the monitor of the output voltage of pressure-up chopper circuit 11A.

[0025] Control circuit 5A for polarity-reversals circuit 3A The V1a detector 51 for lamp voltage detection, the I1a detector 52 for lamp current detection, the W1a detector 53 that computes lamp power in response to the detecting signal from both [these] detectors, and this calculation signal are received. The 1st and 2nd switching element Q1 and Q2 It has the drive circuit 54 to drive, generation and the output of the control signal ON / for off are performed to the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2, and ON / off control is performed.

[0026] for example, when a electric-discharge lamp La is in a steady state As the lamp power obtained from the W1a detector 53 is shown in TM21 and TM22 of drawing 3 using the on-duty for adjusting to a predetermined value While making the 1st switching element Q1 turn on / turn off by dozens of kHz high frequency operation, turning OFF the 2nd switching element Q2 during a period TM 21 Control which makes the 2nd switching element Q2 turn on / turn off by dozens of kHz high frequency operation, turning OFF the 1st switching element Q1 is repeatedly performed during the next period TM 22. In this case, the frequency which changes by periods TM21 and TM22 is set as dozens-100Hz low frequency. Moreover, the switching frequency of the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2 is maintained by constant value.

[0027] In the case of the control mode for starting lighting which is made to put a

electric-discharge lamp La into operation, and is made to turn on to the control mode for the above-mentioned steady states on the other hand So that a "on" period may generate by turns the 1st period TM 12 when the 2nd switching element Q2 becomes long from the 1st switching element Q1, and the 2nd period TM 11 which becomes short Both the switching elements Q1 and Q2 are made to turn on / turn off by high frequency operation by turns, and control which impresses a square wave-like low frequency electrical potential difference to a electric-discharge lamp La is performed. In this case, the frequency which changes by periods TM11 and TM12 is set as dozens-100Hz low frequency.

[0028] Moreover, as shown in the "duty sweep" of drawing 3 , it applies predetermined time T1 from the initiation point in time in each period of periods TM11 and TM12, and change, i.e., the control which carries out a sweep, is continuously performed in an ON duty ratio. If it lengthens gradually at this time, applying each "on" period of Q2 predetermined time T1 by TM12 applying Q1 by "on" period 11 of the longer one, i.e., TM, DC component of lamp voltage V_{la} becomes large gradually. In addition, in the example of drawing 3 , the "on" period besides predetermined time T1 is longer than the "on" period within the predetermined time T1.

[0029] Furthermore, the switching frequency of the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2 in one [at least] period of the 1st and 2nd periods is changed, and control which impresses the high voltage to a electric-discharge lamp La is performed. That is, as shown in the "frequency sweep" of drawing 3 , control to which the switching frequency of the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2 is changed (sweep) is performed, control circuit 5 applying it predetermined time T1 from the initiation point in time in each period of periods TM11 and TM12. At this time, that sweep range is set up so that the peak of LC resonance by the inductor L1 and the capacitor C1 may be included. In addition, the inclination of the sweep of the switching frequency of the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2 may be comparable.

[0030] Next, an outline is explained about actuation by control circuit 5A used as the description of the gestalt of the 1st operation. First, if the circuit actuation by the control mode for steady states is explained using drawing 3 R> 3 While making the 1st switching element Q1 turn on / turn off by high frequency operation, turning OFF the 2nd switching element Q2 in a period TM 21 Control which makes the 2nd switching element Q2 turn on / turn off by high frequency operation, turning OFF the 1st switching element Q1 in a period TM 22 is performed repeatedly. By this The square wave-like low frequency electrical potential difference V_{la} is impressed to a electric-discharge lamp La, square wave-like low frequency current I_{la} flows, and a

electric-discharge lamp La lights up by the steady state.

[0031] Next, if the circuit actuation by the control mode for starting lighting is explained Control which makes the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2 turn on / turn off by high frequency operation by turns so that the period TM 12 when the "on" period of the 2nd switching element Q2 becomes longer than the 1st switching element Q1, and the period TM 11 which becomes short may be generated by turns is performed. By this A square wave-like low frequency electrical potential difference will be impressed to a electric-discharge lamp La, and energy required to shift to arc discharge by DC component contained in lamp voltage V_{la} will fully be supplied to a electric-discharge lamp La.

[0032] Moreover, at this time, as shown in drawing 3 , it applies to predetermined time T1 from the initiation stage in each period of periods TM11 and TM12, control to which an ON duty ratio is changed from D11 to D12 is performed, and, thereby, DC component of lamp voltage V_{la} becomes large gradually. However, it is the ON duty ratio D12 at the initiation time in each period of periods TM11 and TM12, and it is returned to D11.

[0033] Furthermore, as shown in drawing 3 , it applies to predetermined time T1 from the initiation time in each period of periods TM11 and TM12. Control to which the switching frequency of the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2 is changed to f12 from f11 is performed. By this Since lamp voltage V_{la} is overlapped on the high-pressure pulse voltage used as the maximum when LC resonance by the inductor L1 and the capacitor C1 becomes a peak, a electric-discharge lamp La will carry out starting lighting very suitable for dielectric breakdown. Moreover, by carrying out the sweep of the switching frequency, even if a components constant varies, it becomes possible to impress the high-pressure pulse voltage used as the maximum to a electric-discharge lamp La. However, it is the switching frequency f12 at the initiation time in each period of periods T11 and T12, and it is returned to f11.

[0034] As mentioned above, while being able to carry out starting lighting of the electric-discharge lamp suitably with the high-pressure pulse voltage obtained in LC resonance circuit according to the gestalt of the 1st operation, it becomes possible to supply the energy which is needed in order to make it shift to arc discharge smoothly to a electric-discharge lamp, and to raise startability.

[0035] In addition, although the switching frequency of the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2 has composition which carries out a sweep to the higher one from the lower one as shown in drawing 3 at the time of the control mode for starting lighting if it is in the gestalt of the 1st operation, the configuration which carries out a

sweep to the lower one from the one where the switching frequency of not only this but both the switching elements Q1 and Q2 is higher may be used. In short, thereby, that you make it stabilized like the peak voltage and the electrical-potential-difference growth fault of lamp voltage V_{la} of a electric-discharge lamp La becomes [the control circuit both the switching elements Q1 and for Q2] that what is necessary is just the configuration of changing the switching frequency of both the switching elements Q1 and Q2 in one [at least] period of the 1st and 2nd periods to either the lower one or the higher one as shown in drawing 4 possible.

[0036] Moreover, a transistor may be used although FET, especially MOSFET shall be used as switching elements Q1 and Q2 in the above-mentioned publication.

[0037] Although drawing 5 is the explanatory view of the frequency sweep in the electric-discharge lamp lighting device of the 2nd operation gestalt of this invention and the electric-discharge lamp lighting device is equipped with DC-power-supply 1A, load resonance circuit 2A, polarity-reversals circuit 3A, and the control circuits 4A and 5A of each circuits 2A and 3A like the gestalt of operation of the 1st of drawing 2 in this case As difference with the gestalt of the 1st operation, control circuit 5B for polarity-reversals circuits in this operation gestalt In the time of the control mode for starting lighting, it is constituted like control circuit 5A of the gestalt of the 1st operation except performing control to which the switching frequency of the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2 in one [at least] period of periods TM_{11} and TM_{12} is changed to the lower one. That is, change, i.e., the control which carries out a sweep, is performed for the switching frequency of each switching elements Q1 and Q2 to the lower one f_{11} from the higher one f_{12} , control circuit 5 applying [this] it to predetermined time T_1 from the initiation time in each period of periods TM_{11} and TM_{12} .

[0038] Next, control circuit 5B explains the reason for carrying out the sweep of the switching frequency to the lower one using drawing 5 . If a electric-discharge lamp La carries out dielectric breakdown, the resonance curve in load resonance circuit 2A will change from the resonance curve A1 (a peak is f_0) at the time of electric-discharge lamp un-switching on the light to the resonance curve A2 after electric-discharge lamp dielectric breakdown. Then, if the switching frequency of the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2 is changed to the lower one, in order that the switching frequency may approach the peak (f_0) of the resonance frequency in the resonance curve A2 after a electric-discharge lamp La carries out dielectric breakdown, the suitable thing for arc discharge which it depends and is acquired for big energy can become possible, and, thereby, a electric-discharge lamp La can be made to shift to

arc discharge more stably.

[0039] Drawing 6 is the explanatory view of the frequency sweep in the electric-discharge lamp lighting device of the gestalt of operation of the 3rd of this invention, multiple-times change of the switching frequency of the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2 in one [at least] period of the periods TM11 and TM12 at the time of starting is carried out, and control which impresses the high voltage to a electric-discharge lamp La is performed. In this case, control circuit 5C for polarity-reversals circuits performs control to which the switching frequency fHF of switching elements Q1 and Q2 is changed 3 times like multiple times, for example, illustration, (sweep) in each of the periods TM11 and TM12 at the time of starting, as shown in drawing 6 . At this time, the sweep range of that switching frequency is set up so that the peak of LC resonance by the inductor L1 and capacitor C1 of load resonance circuit 2A may be included.

[0040] In addition, the configuration by which a sweep is carried out with the sweep of a switching frequency like the gestalt of the 1st operation about the on-duty of the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2 may be used, or the configuration of being changed into another constant value only at the time of the sweep of a switching frequency may be used.

[0041] Next, an outline is explained about actuation by control circuit 5C used as the description of the gestalt of operation of **** 3. First, if the circuit actuation by the control mode for steady states is explained While making the 1st switching element Q1 turn on / turn off by high frequency operation, turning off the 2nd switching element Q2 during the period TM 21 at the time of lighting The control which makes the 2nd switching element Q2 turn on / turn off by high frequency operation, turning OFF the 1st switching element Q1 is repeated during a period TM 22. By this The square wave-like low frequency electrical potential difference V1a is impressed to a electric-discharge lamp La, square wave-like low frequency current I1a flows, and a electric-discharge lamp La lights up by the steady state.

[0042] Next, so that the period TM 12 when the "on" period of the 2nd switching element Q2 becomes longer than the 1st switching element Q1, and the period TM 11 which becomes short may be generated by turns, if the circuit actuation by the control mode for starting lighting is explained Control which makes both the switching elements Q1 and Q2 turn on / turn off by high frequency operation by turns is performed. By this A square wave-like low frequency electrical potential difference will be impressed by the electric-discharge lamp La, and energy required to shift to arc discharge by DC component contained in lamp voltage V1a will fully be supplied to

a electric-discharge lamp La.

[0043] Moreover, at this time, as shown in drawing 6 , it sets at each period of periods TM11 and TM12. Control which makes f11 to f12 carry out multiple-times change of the switching frequency of the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2 is performed. By this Since lamp voltage V_{la} is overlapped on the high-pressure pulse voltage used as the maximum for every sweep of a switching frequency when LC resonance by the inductor L1 and capacitor C1 of load resonance circuit 2A becomes a peak, a electric-discharge lamp La will carry out starting lighting very suitable for dielectric breakdown. Moreover, by carrying out the sweep of the switching frequency, even if a components constant varies, it becomes possible to impress the high-pressure pulse voltage used as the maximum to a electric-discharge lamp La.

[0044] As mentioned above, according to the gestalt of the 3rd operation, it becomes possible to do so the same effectiveness as the gestalt of the 1st operation, and also it becomes possible to carry out starting lighting of the electric-discharge lamp La more suitably than the gestalt of the 1st operation. Moreover, if the output of the transmitter for square wave electrical-potential-difference generating at the time of the control mode for steady states is used for the generating timing of frequency sweep actuation, a circuit can be constituted easily.

[0045] Drawing 7 is the explanatory view of the frequency sweep by the control circuit for the polarity-reversals circuits of the electric-discharge lamp lighting device in the gestalt of operation of the 4th of this invention. Have the electric-discharge lamp lighting device like the gestalt of the 3rd operation of the control circuit for a DC-power-supply circuit, a load resonance circuit, a polarity-reversals circuit, and DC-power-supply circuits, and the control circuit for polarity-reversals circuits, and also in this case, as difference with the gestalt of the 3rd operation Control circuit 5D for polarity-reversals circuits is equipped with the V_{la} detector, the I_{la} detector, and the drive circuit, and also it is set at the time of the control mode for starting lighting. As shown in drawing 7 , for every sweep of the switching frequency of the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2 in each period of the periods TM11 and TM12 at the time of starting It has control circuit 5D which operates like control circuit 5C of the gestalt of the 3rd operation except performing modification control of the duty to smaller constant value.

[0046] If the reason for changing duty as mentioned above is explained here, since a electric-discharge lamp La will be a high-intensity-discharge LGT, when impress the high voltage to a electric-discharge lamp La first, a electric-discharge lamp is made to start and arc discharge happens next, it is desirable to supply sufficient quantity of

power and to make discharge shift to a stable condition.

[0047] By the way, in order to make the high voltage still higher, it is necessary to bring duty close to 0.5 but, and in the sweep period of a switching frequency, DC component contained in the electrical potential difference impressed to a electric-discharge lamp La decreases conversely, so that duty is brought close to 0.5 in this way. Thus, if arc discharge happens after DC component has decreased, sufficient power for making discharge shift to a stable condition will no longer be supplied to a electric-discharge lamp La, and a electric-discharge lamp La will stand and go out depending on the case.

[0048] Then, the power of sufficient amount for making duty small so that it may become close to 0.5 during the sweep period of a switching frequency, making it the still higher high-pressure pulse voltage to a electric-discharge lamp La impress, making duty larger than 0.5 out of the sweep period, and making discharge shift to a electric-discharge lamp La at a stable condition is supplied to a electric-discharge lamp La.

[0049] As mentioned above, according to the gestalt of the 4th operation, it becomes possible to do so the same effectiveness as the gestalt of the 1st operation.

[0050] Drawing 8 , and 9 and 10 show the gestalt of the 5th of this invention, 6, and operation of seven, respectively. The electric-discharge lamp lighting device of the gestalt of operation of the 5th of drawing 8 The pressure-up section 81 (AC / DC converter) which changes the alternating current power of AC power supply AC into predetermined direct current voltage, While stabilizing as power which supplies the output of the pressure-up section to a electric-discharge lamp, changing into the square wave of low frequency the dc output of the pressure-lowering section 82 (DC/DC converter) which controls the lighting electrical potential difference of a electric-discharge lamp, and a current proper, and the pressure-lowering section 82 and giving a electric-discharge lamp It consists of an inverter and a starting circuit 83 (DC/AC converter) which generates the high voltage of the high frequency containing DC component at the time of starting of a electric-discharge lamp.

[0051] While the equipment of the gestalt of operation of the 6th of drawing 9 changes the alternating current power of AC power supply AC into a direct current While stabilizing the supply voltage to a electric-discharge lamp, changing into the square wave of low frequency the dc output of the power control section 91 (AC/DC converter) which controls the lighting electrical potential difference of a electric-discharge lamp, and a current proper, and the power control section 91 and giving a electric-discharge lamp It consists of an inverter and a starting circuit 92

(DC/AC converter) which generates the high voltage of the high frequency containing DC component at the time of starting of a electric-discharge lamp.

[0052] The pressure-up section 101 (AC/DC converter) from which the equipment of the gestalt of operation of the 7th of drawing 10 changes the alternating current power of AC power supply AC into predetermined direct current voltage, While stabilizing the output voltage of the pressure-up section as a supply voltage to a electric-discharge lamp and controlling the lighting electrical potential difference of a electric-discharge lamp, and a current proper It changes into the square wave of low frequency which gives a pressure-up section output to a electric-discharge lamp, and consists of the power control, an inverter, and a starting circuit 102 (DC/AC converter) which generates the high voltage of the high frequency which contained DC component at the time of starting of a electric-discharge lamp.

[0053] every -- the gestalt of the 5th thru/or the 7th operation -- setting -- AC power supply AC and the pressure-up section 81,101 -- a DC power supply -- you may replace -- moreover, the pressure-up section and the power control section 91 -- the input current from AC power supply AC -- a distorted increment may be controlled and you may have the function which keeps a power-factor high. Moreover, an inverter, the starting circuits 83 and 92, and power control, an inverter and a starting circuit 102 are equipped with the resonance circuit which becomes by the inductor of a pair, and the series connection of a capacitor at least, respectively, and a electric-discharge lamp La is connected to the both ends of a capacitor.

[0054] In actuation of each equipment of the gestalt of these [5th] thru/or the 7th operation, lighting actuation is performed at the time of starting of a electric-discharge lamp, changing a frequency by the RF near the resonance frequency of a resonance circuit. It becomes it is possible to generate the resonance voltage for starting certainly, since lighting actuation is performed changing a frequency even if resonance frequency changes with the inductor of a resonance circuit and dispersion of a capacitor by this, and possible to reduce the stress which between the nascent states of the big resonance current which flows at the time of generating of resonance voltage is shortened, and starts each component, since circuit actuation is not fixed with resonance frequency.

[0055] Moreover, at the time of starting, an inverter, the starting circuit 83, and power control, an inverter and a starting circuit 102 operate so that DC component may be superimposed on the high voltage by the above-mentioned resonance. For example, by making into imbalance duty of the switching element which operates by high frequency in the inverter of a bridge type, in capacitor both ends, DC component

according to a duty ratio occurs, and the resonance voltage superimposed on DC component occurs in electric-discharge lamp both ends. Thereby, after a electric-discharge lamp carries out dielectric breakdown and starts with resonance voltage, the shift to arc discharge from glow discharge becomes easy by this DC component, and the startability of a electric-discharge lamp is improved.

[0056] Although the half bridge configuration has shown the switching element of a polarity-reversals circuit and an inverter circuit with the gestalt of each operation mentioned above, it is also possible to consider an inverter as a full bridge configuration in this invention.

[0057] Polarity-reversals circuit 113A containing the inverter circuit which is shown in drawing 11 and which considered the switching element as the full bridge configuration with the gestalt of the 8th operation is used. The series circuit of the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2 where circuit 113A becomes the outgoing end of DC-power-supply circuit 111A, for example from MOSFET, respectively, Connect the series circuit of the 3rd and 4th switching element Q3 and Q4, and the series circuit of an inductor L0 is connected with a capacitor C0 between the node of the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2, and the node of the 3rd and 4th switching element Q3 and Q4. It came to connect high-intensity-discharge LGT La with juxtaposition, and control circuit 115A for polarity-reversals circuits equips the capacitor C0 with the lamp current detector 114, the lamp voltage detector 113, the control circuit 115, and the drive circuit 116.

[0058] If it ** and is at the time of no-load [of a electric-discharge lamp La], switching elements Q1-Q4 are comparatively turned on / turned off by turns by the RF, as the driving signal outputted from the drive circuit 116 by the signal of a control circuit 115 shows to wave Q1-Q4 of drawing 12 . At this time, by carrying out the frequency of ON/OFF near the series resonating frequency of an inductor L0 and a capacitor C0, the high voltage V_{la} shown in drawing 12 occurs in the both ends of a capacitor C0, they are made to carry out dielectric breakdown of the electric-discharge lamp La with this high voltage V_{la}, and are started. Continuation of unloaded condition performs intermittently actuation at the time of no-load [above-mentioned].

[0059] Next, when a electric-discharge lamp La will start and it will be in a steady state, the 2nd switching element Q2 will turn on at the period which the 3rd switching element Q3 has switched [the 4th switching element Q4] to the period which the period which the 1st and 3rd switching element Q1 and Q3 switches by high frequency was comparatively repeated by turns by low frequency, and the 1st switching element

Q1 has switched by high frequency by high frequency again. Consequently, to a electric-discharge lamp La, the lamp current Ila superimposed on the ripple component of a RF by the dc component flows in each polarity, and a electric-discharge lamp is turned on on the electrical potential difference of an abbreviation square wave by carrying out alternation of it by low frequency.

[0060] Moreover, a suitable output is supplied to a electric-discharge lamp La by controlling switching of each switching elements Q1-Q4 by the control circuit 115 according to the signal from the lamp voltage detector 113 and the lamp current detector 114.

[0061] After a electric-discharge lamp La produces dielectric breakdown like the gestalt of each above-mentioned operation and the gestalt of the 8th operation also starts here, in the unstable stage of the discharge which shifts to a steady state, many lamp currents Ila are passed, the shift to arc discharge is made easy, and startability improves. Since the actuation after this starting is the same as that of the gestalt of each above-mentioned operation, explanation is omitted.

[0062] On the other hand with the gestalt of operation of the 9th of drawing 13 , the 3rd and 4th switching element Q3 and Q4 in the full bridge configuration of the switching element of the inverter circuit of drawing 11 R> 1 is replaced by the capacitors C01 and C02 of a series connection. In LC resonance circuit, to the inductor L1 of a series connection, and the both ends of a capacitor C1, furthermore, a capacitor C2 To the both ends of an inductor L1 and a capacitor C1, an inductor L2 is inserted for a capacitor C2 between an inductor L1, the node of a capacitor C2, and the node of the 1st and 2nd switching element Q1 and Q2, and LC resonance circuit of a duplex is constituted.

[0063] When using a high-intensity-discharge LGT as a electric-discharge lamp La, dozens of kHz RF lighting is not usually performed like a fluorescent lamp. It is because an acoustical resonance phenomenon may produce this in such a RF field and discharge may become unstable, therefore, in the case of a high-intensity-discharge LGT, lighting by the electrical potential difference of the shape of a square wave of low frequency and the current is performed. However, when a lamp current is overlapped on a high frequency component as in the gestalt of above-mentioned operation by switching of the high frequency of the 1st or 2nd switching element at the time of a stationary point LGT and especially this high frequency component becomes large also in that case, there is a possibility that the above acoustical resonance phenomena may arise. Therefore, with the gestalt of operation of **** 9, it becomes possible to constitute the low pass filter from which

this high frequency component is removed, to remove a high frequency component, and to prevent generating of an acoustical resonance phenomenon by the inductor L2 which makes the resonance circuit of a duplex, and the capacitor C2.

[0064] Although power supplied to a electric-discharge lamp is controlled by the inverter circuit part of a polarity-reversals circuit with the gestalt of each operation mentioned above, a power control section and an inverter circuit part may be separated like the gestalt of the 10th operation shown in drawing 14 . In that case, a power control section is constituted as a pressure-lowering chopper circuit, a lamp power value with the proper lamp power detector 53 is set up, and the drive circuit 54 controls actuation of each switching elements Q1-Q4 of an inverter part by the detection value of the lamp voltage detection means 51 and the lamp current detection means 52 along with this. The output obtained by this is changed into the square wave of low frequency in an inverter circuit part, and is impressed to a electric-discharge lamp La. It operates, as shown in the wave form chart of drawing 15 , and the resonance voltage which superimposed DC component like the gestalt of each above-mentioned operation occurs, and a electric-discharge lamp La puts each switching elements Q1-Q4 in an inverter circuit part into operation with this resonance voltage.

[0065] By a lamp current detection means or a lamp voltage detection means detecting lighting of a electric-discharge lamp, and changing actuation by it, although not clearly written especially about changing at the time of starting and lighting with the gestalt of each above-mentioned operation again, after a fixed period behind powering on continues starting operation, it can change actuation and can perform lighting actuation.

[0066] Drawing 16 is the wave form chart explaining actuation of the gestalt of the 11th operation which constituted the control circuit so that a lamp current might be increased immediately after starting of a electric-discharge lamp in the gestalt of the 1st operation and improvement in startability might be obtained. The no-load intermittent-control-action condition that drawing 16 (a) impresses intermittently the resonance voltage at the time of no-load to a electric-discharge lamp La in unloaded condition (I), Stationary operating state (II) is shown. In the state of a no-load intermittent control action (I) It is controlled to make intermittent actuation which switching elements Q1 and Q2 have switched by high frequency so that drawing 16 R> 6 (b) and 16 (c) show, and as shown in the electrical potential difference 16 (d) impressed to the both ends of the electric-discharge lamp La at that time, it has a high voltage.

[0067] At this time, control circuit 5A is taken as the larger current value I1 than the current value I2 which usually passes the indicated value of the lamp current Ila passed to a electric-discharge lamp La at the time of lighting as shown in drawing 16 (e). If a electric-discharge lamp La produces dielectric breakdown with the resonance voltage at the time of no-load and starts, to a electric-discharge lamp La, energy will be supplied through the inverter circuit section of DC-power-supply circuit 1A to polarity-reversals circuit 3A, and as shown in drawing 16 (f), the lamp current Ila will begin to flow to it. The lamp current detector 52 detects the flow start of this lamp current Ila, and detects starting of a electric-discharge lamp La. That is, the lamp current detector 52 serves as a lighting distinction means.

[0068] If starting is detected, the lamp current detector 52 will output a detecting signal, as shown in drawing 16 (g), and control circuit 5A controls the switching operation of switching elements Q1 and Q2 so that the current of the bigger current value I2 than the usual current value I1 decided by the detecting signal from a fixed period τ , the lamp current detector 52, and the lamp voltage detector 51 flows in response to the detecting signal. Thereby, a electric-discharge lamp La produces dielectric breakdown, after starting, many lamp currents Ila can be passed at the unstable stage of the discharge which shifts to a steady state, the shift to arc discharge becomes easy, and improvement in startability can be aimed at.

[0069] If between [τ] top Norikazu commuter's tickets passes, control circuit 5A will control the switching operation of switching elements Q1 and Q2 to pass the current value I1 decided by the detecting signal from the lamp current detector 52 and the lamp voltage detector 51.

[0070] Drawing 17 is the wave form chart showing actuation of the gestalt of the 12th operation, and while the equipment of the gestalt of this operation has a means to impress starting voltage intermittently in addition to the circuitry of the gestalt of the 1st operation, control circuit 5A stops an intermittent starting voltage impression means immediately after starting of a electric-discharge lamp, and continues starting of a electric-discharge lamp.

[0071] Now, supposing it produces dielectric breakdown and starts by the high voltage by the resonance voltage at the time of no-load [which a electric-discharge lamp La shows to drawing 17 (d) in the process (I) of operation in the unloaded condition shown in drawing 17 (a)], to a electric-discharge lamp La, energy will be supplied from DC-power-supply circuit 1A, and as the lamp current Ila shows drawing 17 (f), it will begin to flow to it. Control which the detecting signal shown in drawing 17 (g) will be outputted if the lamp current detector 51 detects the flow start of this lamp current

Ila and detects starting of a electric-discharge lamp La, control circuit 5A which received this detecting signal makes switching operation of the fixed period tau switching elements Q1 and Q2 the same switching operation as the time of no-load as shown in drawing 1717 (b) and 17 (c), and suspends the intermittent control action at the time of no-load, and is made into continuous action is performed. And if a fixed period tau passes, control will shift to stationary actuation.

[0072] Since it shifts to switching of a steady state after the shift to the arc discharge which is in a stable lighting condition from the unstable condition immediately after starting of a electric-discharge lamp La becoming easy by this and shifting to the process (III) of a stable lighting condition of operation, positive starting is possible. And since an intermittent control action is suspended and it considers as continuous action after a electric-discharge lamp La carries out dielectric breakdown, it is possible to be also able to prevent going out of the electric-discharge lamp La by intermittent oscillation actuation, and to aim at improvement in startability. Drawing 17 (e) shows the value of the lamp current Ila which control circuit 5A directs.

[0073] By the way, in the process (II) of no-load continuous action, a electric-discharge lamp La should go out after dielectric breakdown. As it does not flow as the lamp current Ila shows by "a" of drawing 18 (f), and the detecting signal of the lamp detector 51 shows drawing 18 (g), even if it is no longer outputted Dielectric breakdown breaks out again, since the high voltage by resonance voltage is impressed to the both ends of a electric-discharge lamp La by the continuation of continuation of no-load actuation as shown in drawing 18 (d), it is possible to start a electric-discharge lamp La, and positive starting can be secured by it. In addition, drawing 18 (a) - (g) shows the timing chart corresponding to drawing 17 (a) - (g).

[0074] Drawing 19 is the wave form chart showing actuation of the gestalt of the 13th operation, and the equipment of the gestalt of this operation has an intermittent starting voltage impression means like the gestalt of the 12th operation, and immediately after starting, control circuit 5A stops an intermittent starting voltage impression means, continues starting of a electric-discharge lamp, and increases a lamp current.

[0075] Now, supposing it produces dielectric breakdown and starts by the high voltage Vla by the resonance voltage at the time of no-load [which a electric-discharge lamp La shows to drawing 19 (d) in the process (I) of operation in the unloaded condition shown in drawing 19 (a)], to a electric-discharge lamp La, energy will be supplied from DC-power-supply circuit 1A, and as the lamp current Ila shows drawing 10 (f), it will begin to flow to it. The lamp current detector 52 outputs the detecting signal shown in

drawing 19 (g) when the flow start of this lamp current I_{la} is detected and starting of a electric-discharge lamp La is detected. Control circuit 5A which received this detecting signal the switching operation of a fixed period τ and switching elements Q1 and Q2 Drawing 19 (b), While performing control which makes the same switching operation as the time of no-load as shown in 19 (c), and suspends the intermittent control action at the time of no-load, and is made into continuous action Switching of switching elements Q1 and Q2 is controlled so that the current of the bigger value I_1 than the current value I_2 decided with the signal from the lamp current detector 52 and the lamp voltage detector 51 as shown in drawing 19 (e) flows the value of the lamp current I_{la} at this time. And if a fixed period τ passes, control will shift to stationary actuation.

[0076] Since it shifts to switching of a steady state after the shift to the arc discharge which is in a stable lighting condition from the unstable condition immediately after starting of a electric-discharge lamp La becoming easy by this and shifting to the process (III) of a stable lighting condition of operation, positive starting is possible. And since an intermittent control action is suspended and it considers as continuous action after a electric-discharge lamp La carries out dielectric breakdown, it is possible to be also able to prevent going out of the electric-discharge lamp La by intermittent oscillation actuation, and to aim at improvement in startability.

[0077] Although drawing 20 is the wave form chart showing actuation of the equipment of the gestalt of the 14th operation, this equipment has the almost same configuration as the circuit of the gestalt of the 13th operation, control circuit 5A stops an intermittent starting voltage impression means immediately after starting, starting of a electric-discharge lamp is continued and a lamp current is increased, as for the gestalt of the 13th operation, the actuation after starting is different as follows.

[0078] Now, supposing it produces dielectric breakdown and starts by the high voltage by the resonance voltage at the time of no-load [which a electric-discharge lamp La shows to drawing 20 (d) in the process (I) of operation in the unloaded condition shown in drawing 20 (a)], to a electric-discharge lamp La , energy will be supplied from DC-power-supply circuit 1A, and as the lamp current I_{la} shows drawing 20 (f), it will begin to flow to it. If the lamp current detector 52 detects the flow start of this lamp current I_{la} and detects starting of a electric-discharge lamp La Control circuit 5A which outputted the detecting signal shown in drawing 20 (g), and received this detecting signal During a fixed period τ , While performing control which makes switching operation of switching elements Q1 and Q2 the same switching operation as the time of no-load as shown in drawing 20 (b) and 20 (c), and suspends the

intermittent control action at the time of no-load, and is made into continuous action. Switching of switching elements Q1 and Q2 is controlled so that the current of the bigger value I1 than the current value I2 decided by the detecting signal from the lamp current detector 52 and the lamp voltage detector 51 in the value of the lamp current Ila at this time as shown in drawing 20 (e) flows. And if it stands and a fixed period tau passes, without disappearing, control will shift to stationary actuation.

[0079] By the way, as a electric-discharge lamp La should go out and "a" of drawing 20 (f) shows a no-load continuous action process (II) after dielectric breakdown, the lamp current Ila will not flow. Since no-load actuation is continuing continuously even if a detecting signal is no longer outputted from the lamp current detector 52, the both ends of a electric-discharge lamp La are made to generate the high voltage by resonance voltage, as shown in drawing 20 (d), and are made to restart a electric-discharge lamp La immediately. With the gestalt of this operation here, again, from the time of a electric-discharge lamp La starting, the continuous action of no-load actuation of the above between fixed periods tau is repeated again, and a no-load continuous action process (III) is extended.

[0080] Since it shifts to switching of a steady state after the shift to the arc discharge which is in a stable lighting condition from the unstable condition immediately after starting of a electric-discharge lamp La becoming easy by this and shifting to a stable lighting condition, positive starting is possible. And since an intermittent control action is suspended and it considers as continuous action after a electric-discharge lamp La carries out dielectric breakdown, it is possible to be also able to prevent going out of the electric-discharge lamp La by intermittent oscillation actuation, and to aim at improvement in startability.

[0081] Moreover, in a starting process, since after restart shifts to a stable lighting condition while being able to impress the electrical potential difference for starting immediately, when a electric-discharge lamp La goes out, it is possible to ensure starting.

[0082] In addition, as for the electric-discharge lamp lighting device of this invention, it is needless to say that modification can be variously added within limits which only what was mentioned above is not limited and do not deviate from the summary of this invention.

[0083]

[Effect of the Invention] As mentioned above, as explained, while carrying out starting lighting of the electric-discharge lamp suitably with the high-pressure pulse voltage obtained by LC resonance according to the electric-discharge lamp lighting device

given in the claim of this invention, energy required in order to make it shift to arc discharge smoothly is supplied to a electric-discharge lamp, startability is raised, and the outstanding effectiveness of becoming possible to reduce the cost which moreover starts component parts, such as a coil, a capacitor, and a switching element, is done so.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the outline block diagram of the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 2] It is the circuit diagram of the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 3] It is the signal waveform diagram of each part at the time of starting in the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention, and lighting.

[Drawing 4] It is an explanatory view about the direction of a sweep of the switching frequency in the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 5] It is an explanatory view about the direction of a sweep of the switching frequency in the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 6] In the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention, it is the explanatory view of the frequency sweep by the control circuit to a polarity-reversals circuit.

[Drawing 7] In the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 4th of this invention, it is the explanatory view of the frequency sweep by the control circuit to a polarity-reversals circuit.

[Drawing 8] It is the outline block diagram of the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 5th of this invention.

[Drawing 9] It is the outline block diagram of the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 6th of this invention.

[Drawing 10] It is the outline block diagram of the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 7th of this invention.

[Drawing 11] It is the circuit diagram of the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 8th of this invention.

[Drawing 12] It is the signal wave form of each part in the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 8th of this invention.

[Drawing 13] It is the circuit diagram of the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 9th of this invention.

[Drawing 14] It is the circuit diagram of the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 10th of this invention.

[Drawing 15] It is the signal wave form of each part of the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 10th of this invention.

[Drawing 16] It is the signal wave form of each part of the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 11th of this invention.

[Drawing 17] It is a timing chart for explanation of the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 12th of this invention of operation.

[Drawing 18] It is a timing chart for explanation of the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 13th of this invention of operation.

[Drawing 19] It is a timing chart for explanation of the electric-discharge lamp lighting device concerning the gestalt of operation of the 14th of this invention of operation.

[Drawing 20] It is a timing chart for explanation of the gestalt **** electric-discharge lamp scattered LGT equipment of operation of the 15th of this invention of operation.

[Description of Notations]

1A DC power supply

2A Load resonance circuit

3A Polarity-reversals circuit

4A Control circuit

5A Control circuit

11A Pressure-up chopper circuit

L1 Inductor

C1 Capacitor

La Electric-discharge lamp

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-338789

(P2001-338789A)

(43)公開日 平成13年12月7日(2001.12.7)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 5 B 41/24

識別記号

F I

H 0 5 B 41/24

テーマコード*(参考)

P 3 K 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 25 頁)

(21)出願番号 特願2000-156957(P2000-156957)

(22)出願日 平成12年5月26日(2000.5.26)

(71)出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72)発明者 嶋井 武志

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72)発明者 小松 直樹

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74)代理人 100111556

弁理士 安藤 淳二 (外1名)

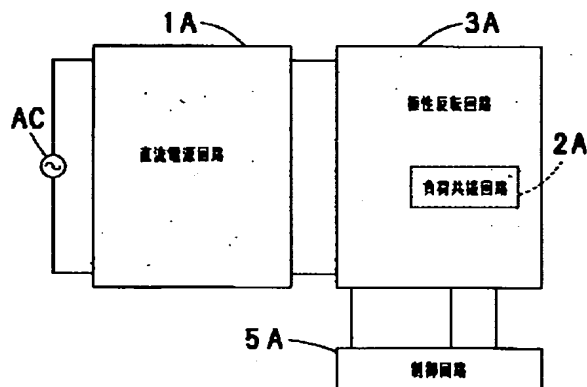
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 放電灯点灯装置

(57)【要約】

【課題】 LC共振で得られる高圧パルス電圧で放電灯を好適に始動点灯させるとともにアーク放電にスムーズに移行させるために必要なエネルギーを放電灯に供給する放電灯点灯装置を提供する。

【解決手段】 直流電源1Aと、インダクタL1、コンデンサC1および放電灯Laを含む負荷共振回路2Aと、直流電源1Aに並列に接続した少なくとも第1、第2スイッチング素子の直列接続を含むとともに直流電源1Aからの直流電力を交流電力に変換して負荷共振回路2Aに供給する極性反転回路3Aと、第2スイッチング素子のオン期間が第1スイッチング素子よりも長くなる第1期間および短くなる第2期間を交互に生成するように各スイッチング素子を交互に高周波でオン/オフさせて放電灯Laに矩形波状の低周波電圧を印加する制御回路5Aとを有し、制御回路5Aは負荷共振回路2Aからの共振パルスに極性反転回路3Aの出力のDC成分を重畳し、第1および第2期間の一方の開始時点から所定時間に各スイッチング素子のスイッチング周波数を連続的に変化させるようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一对の出力端子を有する直流電力供給用の直流電源回路と、

直流電源回路の出力端子と並列接続される直列接続の少なくとも第1および第2スイッチング素子を含み、直流電源回路からの直流電力を交流電力に変換する極性反転回路と、

インダクタ、コンデンサおよび放電灯となり、極性反転回路からの交流電力が供給される負荷共振回路と、

極性反転回路の第1、第2スイッチング素子を交互にオン／オフさせて負荷共振回路の放電灯に印加する電圧を制御する制御手段とを備え、

制御手段は、第2スイッチング素子のオン期間が第1スイッチング素子より長くなる第1期間および短くなる第2期間を交互に生成させるように第1、第2スイッチング素子を交互に高周波でオン／オフ動作させて放電灯に矩形波状の低周波電圧を印加するとともに、放電灯の始動、点灯モードにおいて負荷共振回路からの共振パルスにDC成分を重畳し、各スイッチング素子のスイッチング周波数を連続的に変化させて放電灯に高電圧を印加する放電灯点灯装置。

【請求項2】 制御手段は第1、第2期間の少なくとも一方の開始時点から所定の時間に第1、第2スイッチング素子のスイッチング周波数を変化させる請求項1記載の放電灯点灯装置。

【請求項3】 制御手段は第1、第2期間の少なくとも一方における第1、第2スイッチング素子のスイッチング周波数を複数回変化させる請求項1記載の放電灯点灯装置。

【請求項4】 制御手段は第1、第2期間の少なくとも一方における第1、第2スイッチング素子のスイッチング周波数を低い周波数と高い周波数のいずれか一方に変化させる請求項1記載の放電灯点灯装置。

【請求項5】 制御手段は第1、第2期間の少なくとも一方における第1、第2スイッチング素子のスイッチング周波数を低い周波数と高い周波数のいずれか一方に変化させる請求項2記載の放電灯点灯装置。

【請求項6】 制御手段は第1、第2期間の少なくとも一方における第1、第2スイッチング素子のスイッチング周波数を低い周波数に変化させる請求項1記載の放電灯点灯装置。

【請求項7】 制御手段は第1、第2期間の少なくとも一方における第1、第2スイッチング素子のスイッチング周波数を低い周波数に変化させる請求項2記載の放電灯点灯装置。

【請求項8】 極性反転回路は第1、第2スイッチング素子と並列に接続した直列接続の第1、第2コンデンサを更に含み、第1、第2スイッチング素子はハーフブリッジ接続である請求項1記載の放電灯点灯装置。

【請求項9】 極性反転回路は第1、第2スイッチング

素子と並列に接続した直列接続の第3、第4スイッチング素子を更に含み、第1乃至第4スイッチング素子はフルブリッジ接続である請求項1記載の放電灯点灯装置。

【請求項10】 負荷共振回路のインダクタとコンデンサは直列に接続されて直列共振回路を構成する請求項1記載の放電灯点灯装置。

【請求項11】 負荷共振回路は二つのインダクタと二つのコンデンサを含む二重LC共振回路でなる請求項1記載の放電灯点灯装置。

【請求項12】 極性反転回路は第1、第2スイッチング素子と並列に接続した直列接続の第1、第2コンデンサを含み、負荷共振回路は第1、第2スイッチング素子の接続点と第1、第2コンデンサの接続点との間に接続した直列接続の第1インダクタと第3コンデンサと、第1インダクタと第3コンデンサに並列に接続した第4コンデンサと、第1、第2スイッチング素子の接続点と第1インダクタと第4コンデンサの接続点との間に挿入した第2インダクタと、第3コンデンサに並列に接続した放電灯とでなる二重LC共振回路でなる請求項1記載の放電灯点灯装置。

【請求項13】 極性反転回路は第1、第2スイッチング素子と並列に接続した直列接続の第1、第2コンデンサを含むとともに第1、第2スイッチング素子はハーフブリッジ接続であり、制御回路は第1と第2の期間の少なくとも一方における第1、第2スイッチングのスイッチング周波数を変化させる請求項1記載の放電灯点灯装置。

【請求項14】 直流電源回路は交流電源からの交流電力を直流電力に変換する手段を含み、交換手段は極性反転回路の第1、第2スイッチング素子を利用する構成を有する請求項1記載の放電灯点灯装置。

【請求項15】 負荷共振回路の放電灯は高輝度放電灯であり、極性反転回路は第1、第2スイッチング素子の高周波スイッチング動作を間欠的に行わせる間欠発振手段を含み、制御回路は高輝度放電灯の点灯状態を判別する点灯判別手段を含み、制御回路は点灯判別手段による高輝度放電灯の点灯判別後の所定期間は少なくとも極性反転回路の少なくとも間欠発振手段を制御して高輝度放電灯の安定点灯を図る請求項1記載の放電灯点灯装置。

【請求項16】 制御回路は点灯判別手段が高輝度放電灯の点灯判別後の所定期間は初期点灯時の高輝度放電灯に流す所定電流値よりも大きい電流値で点灯を維持する請求項15記載の放電灯点灯装置。

【請求項17】 制御回路は、点灯判別手段が高輝度放電灯の点灯判別後の所定期間は負荷共振回路を動作させた状態で高輝度放電灯の点灯を維持する請求項15記載の放電灯点灯装置。

【請求項18】 制御回路は、点灯判別手段が高輝度放電灯の点灯判別後の所定期間において点灯判別手段が高輝度放電灯の不点を判別しても間欠発振手段の動作を禁

止し、高輝度放電灯への電圧の印加動作を継続させつつ負荷共振回路の始動動作を維持する請求項15記載の放電灯点灯装置。

【請求項19】 制御回路は、点灯判別手段が高輝度放電灯の点灯を判別後の所定期間において点灯判別手段が高輝度放電灯の不点を判別しても間欠発振手段の動作を禁止し、高輝度放電灯への電圧の印加動作を継続させつつ負荷共振回路の始動動作を継続し、初期点灯時の高輝度放電灯に供給する所定電流値よりも大きい値の電流を高輝度放電灯に供給する請求項15記載の放電灯点灯装置。

【請求項20】 制御回路は、更にランプ電流検出手段とランプ電圧検出手段とを備え、無負荷時における負荷共振回路の共振電圧により高輝度放電灯が絶縁破壊を生じて始動した時に直流電源回路から流れる電流をランプ電流検出手段が検出し、それによる検出信号に応じて制御回路は一定期間極性反転回路の第1、第2スイッチング素子の動作を継続させるとともに間欠発振手段の動作を停止して始動動作を継続させ、この時のランプ電流値をランプ電流検出手段とランプ電圧検出手段からの各検出信号で決まる電流値よりも大きな値の電流が流れるように第1、第2スイッチング素子の動作を制御する請求項15記載の放電灯点灯装置。

【請求項21】 直流電源回路は、交流電源に並列接続の整流器と、整流器に並列接続の昇圧チョッパ回路であって整流器の高電位側出力端に一端で接続した第2インダクタ、アノードを第2インダクタの他端に接続した第1ダイオード、第2インダクタの他端と整流器の低電位側出力端とに接続した第3スイッチング素子、第3スイッチング素子に並列に接続した寄生ダイオードを含むものとでなり、

極性反転回路は、直流電源回路の出力に並列接続した第2ダイオード、第1スイッチング素子、第3ダイオード、第2スイッチング素子の直列接続と、第2ダイオードおよび第1スイッチング素子と並列接続の第4ダイオード、第3ダイオードおよび第2スイッチング素子と並列接続の第5ダイオード、直流電源回路出力に並列接続した第2、第3コンデンサの直列接続でなり、

負荷共振回路は極性反転回路の第1スイッチング素子と第3ダイオードの接続点、第4、第5ダイオードの接続点および第2、第3コンデンサの接続点の間に接続した第1インダクタと第1コンデンサの直列接続と第1コンデンサに並列接続の放電灯でなり、

制御手段は昇圧チョッパ回路の出力電圧を検出して第3スイッチング素子のオン／オフ制御により整流器の出力電圧を所定レベルに昇圧する第1の制御回路と、放電灯に供給される電流と電圧を検出して得た放電灯電力により第1、第2スイッチング素子のオン／オフを制御する第2の制御回路とよりなる請求項1記載の放電灯点灯装置。

【請求項22】 直流電源回路は、交流電源に並列接続の整流器、整流器の出力端に並列接続の第2コンデンサ、整流器の高電位側出力端に一端を接続した第2インダクタ、アノードを第2インダクタの他端に接続した第1ダイオード、第2インダクタの他端と整流器の低電位側出力端とに接続した第3スイッチング素子、第1ダイオードのカソードを整流器の低電位側出力端とに接続した第3コンデンサでなり、

極性反転回路は直流電源回路の出力端に並列接続した第1、第2スイッチング素子の直列接続と第4、第5スイッチング素子の直列接続を含むフルブリッジ回路でなり、

負荷共振回路は極性反転回路の第1、第2スイッチング素子の接続点と第4、第5スイッチング素子の接続点との間に接続した第1インダクタと第1コンデンサの直列接続と第1コンデンサに並列接続の放電灯でなり、制御手段は直流電源回路の出力に応じて第3スイッチング素子のオン／オフを制御する第1制御回路と、放電灯に供給される電流と電圧を検出してそれらの検出信号に応じて第1、第2、第4、第5スイッチング素子のオン／オフを制御する第2制御回路とよりなる請求項1記載の放電灯点灯装置。

【請求項23】 極性反転回路は更に、直流電源回路の出力端に並列に接続した第2コンデンサと第3コンデンサの直列接続を含み、

負荷共振回路は、前記のインダクタおよびコンデンサの直列接続でなるとともに、コンデンサ側の一端を第2コンデンサと第3コンデンサの接続点に接続し、インダクタ側の他端を第1と第2スイッチング素子の接続点に接続した第1共振回路と、第1共振回路の両端に接続した第4コンデンサおよび第1共振回路のインダクタ側他端と第1、第2スイッチング素子の接続点との間に接続した第3インダクタの直列接続でなる第2の共振回路とでなり、前記負荷は第1共振回路のコンデンサの両端に接続されている請求項1記載の放電灯点灯装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、始動性が高い放電灯点灯装置に係り、特に高輝度放電灯（HIDランプ）の始動性を向上し、かつ各部品に対するストレスを低減した放電灯点灯装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 例えば特開昭63-150895号公報に記載されている従来の放電灯点灯装置は、高周波動作の第1と第2のトランジスタ、低周波動作の第3と第4のトランジスタ、これら第1から第4までのトランジスタのオン／オフ制御用の制御回路、および高圧パルス電圧発生用のイグナイタを備え、一定周期で極性が反転する矩形波状の交流電圧をインダクタを介して放電灯に印加する。

【0003】上記の装置における制御回路は、第1と第2の基準電圧 V_{r1} 、 V_{r2} がそれぞれ印加される第1と第2のコンパレータと、コンデンサおよび抵抗よりなる時定数回路にて設定される所定周波数のクロック信号を発振する発振回路と、各コンパレータの出力により反転される第1のフリップフロップと、一定周期のパルス信号を出力するタイマ回路と、フリップフロップ出力（高周波信号 f_h ）およびタイマ回路出力（低周波信号 f_l ）に基づいて二対の各トランジスタの制御信号を形成するドライブ回路とで構成されている。

【0004】ドライブ回路は、第2のフリップフロップと、第1乃至第4のアンド回路と、第5と第6のトランジスタと、および第1と第2のパルストランスとで形成されている。

【0005】イグナイタは、双方向性3端子サイリスタ（トライアック）、双方向性2端子スイッチ（スイッチ）、第3のパルストランスなどにより構成され、放電灯の始動時にトライアックがオン／オフされることにより第3のパルストランスの2次巻線に誘起される始動用の高圧パルス電圧が第1のコンデンサを介して放電灯に印加するようになっている。

【0006】この放電灯点灯装置の動作について説明すると、発振回路の出力が第2のコンパレータにて第2の基準電圧 V_{r2} と比較され、発振回路出力が第2の基準電圧よりも大きくなると、第2のコンパレータ出力がハイレベルになり、第1のフリップフロップがセットされてその出力が高レベルになる。この瞬間より第1と第3のトランジスタのいずれか一方がオンして電流が流れ、電流検出抵抗の両端には電流に応じた電圧 V_{dt} が発生する。この電圧 V_{dt} と第1の基準電圧 V_{r1} とが第1のコンパレータにて比較され、 $V_{dt} > V_{r1}$ になった時点で第1のコンパレータ出力が高レベルになって第1のフリップフロップがリセットされる。

【0007】第1のフリップフロップから出力される高周波信号 f_h は高周波スイッチング動作のタイミング信号としてドライブ回路に入力される。一方、タイマ回路から出力される低周波信号 f_l は低周波スイッチング動作のタイミング信号としてドライブ回路に入力され、その極性反転周波数の2倍の周波数に設定される。

【0008】ドライブ回路では、低周波信号 f_l を第2のフリップフロップと、第3と第4のアンド回路によって分周して第3と第4のトランジスタのオン制御信号を形成して出力するとともに、高周波信号 f_h によって第1と第2のアンド回路の出力を適宜高レベルにして、第5、第6のトランジスタおよび第2、第3のパルストランスを介して第1、第2のトランジスタのオン／オフ制御信号を出力する。したがって、フルブリッジ構成のインバータから出力されインダクタを介して放電灯に印加される交流電圧は、一定周期で極性が反転し、高周波でチョップされた電圧となる。

【0009】イグナイタでは、第2のコンデンサが極性反転前に充電されていて、極性反転後には抵抗を介して第3のコンデンサが充電されるようになっており、トライアックは、第1、第2の抵抗および第4のコンデンサによって決まる時定数に応じて導通する。すなわち、第4のコンデンサの両端電圧がスイッチの応答電圧に達したときにスイッチが導通してトライアックがトリガされる。このようにしてトライアックが導通すると、第2、第3のコンデンサが直列に接続されてその充電電荷が第1のトランスの1次巻線を介して放電し、その2次巻線に始動用の高圧パルス電圧が発生して放電灯に印加される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の公知放電灯点灯装置では、放電灯に印加される交流電圧の極性反転周期が始動時（放電開始時）も定常点灯時も同一周期（スイッチング周波数が100～200Hz）になっているので、始動時に高圧パルス電圧が印加されて放電灯が始動しかけても、すぐに逆極性電圧が印加されることになり、放電が維持され難くなって定常点灯にスムーズに移行できず、始動特性が悪いという問題があった。

【0011】上記の公知装置において一つの改善策として提案されている制御回路は、上記制御回路の構成に加えて第3のフリップフロップおよびこの周辺に接続される各素子をさらに備え、放電灯が始動していない無負荷時において、第1のコンパレータの出力を常に低レベルに設定して周辺のコンデンサに電荷が蓄えられないようにし、トランジスタがオフして、第3のフリップフロップの出力が低レベルになったときに第3の抵抗が挿入され、交流電圧の極性反転周期を充分長く（例えば、10Hz以下に設定）するようになっている。したがってこの放電灯点灯装置では、高圧パルス電圧の印加によって放電しかかった場合において、同一極性の電圧が充分長く印加されることによって、安定な放電に容易に移行でき、始動特性が改善される。しかしながらこのような改善策としての制御回路を備える放電灯点灯装置では、始動時全般に亘って交流電圧の極性反転周期が長いために放電灯に印加される高圧パルス電圧の間隔が長くなってしまい、始動時間が長くなるという問題があった。

【0012】他の解決策としては、LC共振電圧によって高圧パルス電圧を発生させるものがあり、例えば、第1と第4のトランジスタの組と第2、第3のトランジスタの組をそれぞれ交互に50%のオンデューティでオン／オフさせると、LC共振によるレベルの等しい連続する高圧パルス電圧を放電灯に印加させることが可能になる。しかしながら、この方式では、放電灯に印加される電圧にDC成分が含まれていないことから、絶縁破壊後のアーク放電にスムーズに移行するために必要なエネルギーが得られない問題がある。

【0013】また、高圧パルス電圧を得るためにスイッチング周波数をLC共振周波数付近に設定すればよいが、この場合は大きな共振電流を流す必要があり、コイル、コンデンサおよびスイッチング素子などに大きなストレスがかかるという問題が生じる。

【0014】本発明は、かかる事由に鑑み、LC共振で得られる高圧パルス電圧で放電灯を好適に始動点灯させるとともに、アーク放電にスムーズに移行させるために必要なエネルギーを放電灯に供給して始動性を向上させ、しかもコイル、コンデンサ、スイッチング素子等のような構成部品にかかるコストを低減させる放電灯点灯装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、一対の出力端子を有する直流電力供給用の直流電源回路と、直流電源回路の出力端子と並列接続される直列接続の少なくとも第1および第2のスイッチング素子を含み、直流電源回路からの直流電力を交流電力に変換する極性反転回路と、インダクタ、コンデンサおよびこのコンデンサに並列接続の放電灯で成る負荷共振回路と、極性反転回路の第1および第2のスイッチング素子を交互にオン／オフさせて負荷共振回路の放電灯に印加する電圧を制御する制御回路とを備える。そして、制御回路はオン期間が第1のスイッチング素子より第2のスイッチング素子の方が長くなる第1期間及び短くなる第2期間を交互に生成するように第1および第2のスイッチング素子を交互に高周波動作でオン／オフさせて放電灯に矩形波状の低周波電圧を印加するとともに、放電灯の始動点灯モードにおいて負荷共振回路からの共振パルスにDC成分を重ねし、各スイッチング素子のスイッチング周波数を連続的に変化させて放電灯に高電圧を印加する制御を行う。

【0016】これにより、LC共振で得られる高圧パルス電圧で放電灯を好適に始動点灯させるとともに、アーク放電にスムーズに移行させるために必要なエネルギーを放電灯に供給して始動性を向上させ、しかもコイル、コンデンサ、スイッチング素子等のような構成部品にかかるコストを低減させる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図示例とともに説明する。

【0018】図1は本発明の第1の実施の形態に係る放電灯点灯装置の概略ブロック図である。本実施の形態に係る放電等点灯装置は、交流電源ACからの交流電力を直流電力に変換して一対の出力端子に供給する直流電源回路1Aと、望ましくはそれぞれ直流電源回路1Aの出力端子と並列に接続された直列接続の第1と第2のコンデンサおよび第1と第2のスイッチング素子を含んで直流電源回路1Aからの直流電力を交流電力に変換する極性反転回路3Aと、望ましくはインダクタとコンデンサの直列接続およびこのコンデンサに並列接続して極性反

転回路3Aからの交流電力を受ける放電灯を含む負荷共振回路2Aと、極性反転回路の各スイッチング素子を交互にオン／オフさせて放電灯に供給される電圧を制御する制御回路5Aとよりなる。

【0019】制御回路5Aは、第1のスイッチング素子のオン期間よりも第2のスイッチング素子のオン期間が長くなる第1期間と、第1のスイッチング素子のオン期間よりも第2のスイッチング素子のオン期間が短くなる第2期間とを生成させるように両スイッチング素子を交互に高周波でオン／オフ動作させることにより、スイッチング素子のデューティをアンバランスに制御し、オン／オフ周波数を変化させ、放電灯に矩形波状の低周波電圧を印加する。つまり、制御回路5Aは、第1と第2の各期間の少なくとも一方において各スイッチング素子の周波数を変化させて放電灯に高電圧を印加する。

【0020】この構成では、スイッチング周波数が変化するので、インダクタおよびコンデンサによるLC共振がピークになった時点で極大となる高圧パルス電圧が放電灯に印加するようになる。これにより、放電灯が好適に始動点灯するようになる。また、オン期間が第1のスイッチング素子より第2のスイッチング素子の方が長くなる第1期間および短くなる第2期間を交互に生成するように、第1および第2のスイッチング素子が交互に高周波動作でオン／オフするので、放電灯に矩形波状の低周波電圧を印加するようになり、アーク放電にスムーズに移行させ得るエネルギーが放電灯に供給される。この結果、LC共振で得られる高圧パルス電圧で放電灯を好適に始動し、点灯させることができるとともに、アーク放電にスムーズに移行させるために必要なエネルギーを放電灯に供給して始動性を向上させることが可能になる。

【0021】図2は図1に示す第1の実施の形態の放電灯点灯装置の具体的な回路図である。図2に示す放電灯点灯装置は、昇圧チョップパ回路11Aを有する直流電力供給用の直流電源1Aと、インダクタL1、このインダクタL1と直列接続されるコンデンサC1、およびこのコンデンサC1と並列接続される直列接続の放電灯（高輝度放電灯）Laおよび抵抗R1により成る負荷共振回路2Aと、直流電源1Aからの直流電力を交流電力に変換して負荷共振回路2Aに供給する極性反転回路3Aと、昇圧チョップパ回路11A用の制御回路4Aと、極性反転回路3A用の制御回路5Aとにより構成されている。

【0022】この装置の各部についてさらに詳述すると、直流電源1Aは、交流電源ACから交流電力を取り込んで整流を行う整流器DB、および昇圧チョップパ回路11Aにより構成され、この昇圧チョップパ回路11Aは、整流器DBの高電位側出力端と一端が接続されるインダクタL11と、このインダクタL11の他端および整流器DBの低電位側出力端とそれぞれドレインおよび

ソースが接続される例えばFETでなるスイッチング素子Q11と、インダクタL11の他端とアノードが接続されるダイオードD11とを備えている。ただし、スイッチング素子Q11は、ソース・サブストレートが接続され、ドレインおよびソースにそれぞれカソードおよびアノードが接続される寄生ダイオードD11を有する構造になっている。

【0023】極性反転回路3Aは、直流電源1Aの出力と並列接続される直列接続のダイオードD3、例えばFETでなる第1のスイッチング素子Q1、ダイオードD4およびFETでなる第2のスイッチング素子Q2と、ダイオードD3および第1のスイッチング素子Q1と並列接続されるダイオードD5と、ダイオードD4および第2のスイッチング素子Q2と並列接続されるダイオードD6と、直流電流1Aの出力と並列接続される直列接続の第1、第2のコンデンサCE1、CE2とを備える。ただし、第1、第2スイッチング素子Q1、Q2は昇圧チョップパ回路のスイッチング素子Q11と同様、寄生ダイオードD1、D2をそれぞれ有する。

【0024】昇圧チョップパ回路用の制御回路4Aは、昇圧チョップパ回路11Aの出力電圧を検出する出力電圧検出回路41、およびこの検出信号を受けてスイッチング素子Q11を駆動するための駆動回路42を備え、スイッチング素子Q11に対して、オン/オフ用の制御信号の生成および出力を行ってオン/オフ制御を行うものである。また、例えば、従来と同様に、昇圧チョップパ回路11Aの出力電圧をモニタしながらそのスイッチング素子Q11のオン/オフ制御を行って整流器DBの出力電圧を所定レベルに昇圧させる制御が行われる。

【0025】極性反転回路3A用の制御回路5Aは、ランプ電圧検出用のV1a検出回路51、ランプ電流検出用のI1a検出回路52、これら両検出回路からの検出信号を受けてランプ電力を算出するW1a検出回路53、およびこの算出信号を受けて第1、第2のスイッチング素子Q1、Q2を駆動する駆動回路54を備え、第1、第2のスイッチング素子Q1、Q2に対して、オン/オフ用の制御信号の生成および出力を行ってオン/オフ制御を行う。

【0026】例えば、放電灯Laが定常状態にある場合には、W1a検出回路53から得られるランプ電力を所定値に調節するためのオンデューティを用いて、図3のTM21、TM22に示すように、期間TM21の間、第2のスイッチング素子Q2をオフにしたままで第1のスイッチング素子Q1を数十kHzの高周波動作でオン/オフさせる一方、次の期間TM22中は第1のスイッチング素子Q1をオフにしたままで第2のスイッチング素子Q2を数十kHzの高周波動作でオン/オフさせる制御が繰り返し行われる。この場合、期間TM21、TM22により成る周波数は数十～百Hzの低周波数に設定される。また、第1、第2のスイッチング素子Q1、

Q2のスイッチング周波数は一定値に維持される。

【0027】一方、上記の定常状態用の制御モードに対して、放電灯Laを始動させて点灯させる始動点灯用の制御モードの場合には、オン期間が第1のスイッチング素子Q1より第2のスイッチング素子Q2の方が長くなる第1期間TM12および短くなる第2期間TM11を交互に生成するように、両スイッチング素子Q1、Q2を交互に高周波動作でオン/オフさせて、放電灯Laに矩形波状の低周波電圧を印加する制御が行われる。この場合、期間TM11、TM12により成る周波数は数十～百Hzの低周波数に設定される。

【0028】また、図3の「デューティスイープ」に示すように、期間TM11、TM12の各期間における開始時点から所定時間T1かけて、オンデューティ比を連続的に変化、すなわちスイープさせる制御が行われる。このとき、長い方のオン期間、つまりTM11ではQ1、TM12ではQ2の各オン期間を所定時間T1かけて徐々に長くしていくと、ランプ電圧V1aのDC成分が徐々に大きくなっていく。なお、図3の例では、所定時間T1外のオン期間は、その所定時間T1内のオン期間よりも長くなっている。

【0029】さらに、第1および第2期間の少なくとも一方の期間における第1、第2のスイッチング素子Q1、Q2のスイッチング周波数を変化させて、放電灯Laに高電圧を印加する制御が行われる。すなわち、制御回路5Aは、図3の「周波数スイープ」に示すように、期間TM11、TM12の各期間における開始時点から所定時間T1かけて、第1、第2のスイッチング素子Q1、Q2のスイッチング周波数を変化（スイープ）させる制御を行う。このとき、そのスイープ範囲は、インダクタL1およびコンデンサC1によるLC共振のピークを含むように設定される。なお、第1、第2のスイッチング素子Q1、Q2のスイッチング周波数のスイープの傾きは同程度であってもよい。

【0030】次に、第1の実施の形態の特徴となる制御回路5Aによる動作について概略を説明する。まず、図3を用いて定常状態用の制御モードによる回路動作について説明すると、期間TM21では第2のスイッチング素子Q2をオフにしたままで第1のスイッチング素子Q1を高周波動作でオン/オフさせる一方、期間TM22では第1のスイッチング素子Q1をオフにしたままで第2のスイッチング素子Q2を高周波動作でオン/オフさせる制御が繰り返し行われ、これにより、放電灯Laに矩形波状の低周波電圧V1aが印加されて矩形波状の低周波電流I1aが流れ、放電灯Laが定常状態で点灯する。

【0031】次に、始動点灯用の制御モードによる回路動作について説明すると、第2のスイッチング素子Q2のオン期間が第1のスイッチング素子Q1より長くなる期間TM12および短くなる期間TM11を交互に生成

するように第1、第2のスイッチング素子Q1、Q2を交互に高周波動作でオン/オフさせる制御が行われ、これにより、放電灯Laに矩形波状の低周波電圧が印加され、ランプ電圧V1aに含まれるDC成分によってアーク放電に移行するのに必要なエネルギーが放電灯Laに十分に供給されることになる。

【0032】また、このとき、図3に示すように、期間TM11、TM12の各期間における開始時期から所定時間T1にかけて、オンデューティ比をD11からD12に変化させる制御が行われ、これにより、ランプ電圧V1aのDC成分が徐々に大きくなる。ただし、オンデューティ比D12は、期間TM11、TM12の各期間における開始時点でD11に戻される。

【0033】さらに、図3に示すように、期間TM11、TM12の各期間における開始時点から所定時間T1にかけて、第1、第2のスイッチング素子Q1、Q2のスイッチング周波数をf11からf12に変化させる制御が行われ、これにより、インダクタL1およびコンデンサC1によるLC共振がピークになった時点で極大となる高圧パルス電圧がランプ電圧V1aに重畳されるので、放電灯Laは絶縁破壊に至って好適に始動点灯することになる。また、スイッチング周波数をスイープさせることにより、部品定数がばらついても極大となる高圧パルス電圧を放電灯Laに印加することが可能になる。ただし、スイッチング周波数f12は、期間T11、T12の各期間における開始時点でf11に戻される。

【0034】以上、第1の実施の形態によれば、LC共振回路で得られる高圧パルス電圧で放電灯を好適に始動点灯させることができるとともに、アーク放電にスムーズに移行させるために必要となるエネルギーを放電灯に供給して始動性を向上させることが可能になる。

【0035】なお、第1の実施の形態にあつては、始動点灯用の制御モード時に、図3に示すように、第1、第2のスイッチング素子Q1、Q2のスイッチング周波数が低い方から高い方にスイープする構成になっているが、これに限らず、両スイッチング素子Q1、Q2のスイッチング周波数が高い方から低い方にスイープする構成でもよい。要するに、両スイッチング素子Q1、Q2用の制御回路が、図4に示すように、第1および第2期間の少なくとも一方の期間における両スイッチング素子Q1、Q2のスイッチング周波数を低い方および高い方のどちらか一方に変化させる構成であればよく、これにより、放電灯Laのランプ電圧V1aのピーク電圧および電圧成長過程を安定させることが可能になる。

【0036】また、上記記載ではスイッチング素子Q1、Q2としてFET、特にMOSFETが使用されるものとしたが、トランジスタを使用してもよい。

【0037】図5は本発明の第2の実施形態の放電灯点灯装置における周波数スイープの説明図で、この場合、

放電灯点灯装置は、直流電源1A、負荷共振回路2A、極性反転回路3Aおよび各回路2A、3Aの制御回路4A、5Aを図2の第1の実施の形態と同様に備えているが、第1の実施の形態との相違点として、この実施形態における極性反転回路用の制御回路5Bは、始動点灯用の制御モード時において、期間TM11、TM12の少なくとも一方の期間における第1、第2のスイッチング素子Q1、Q2のスイッチング周波数を低い方に変化させる制御を行う以外は第1の実施の形態の制御回路5Aと同様に構成される。すなわち、この制御回路5Bは、期間TM11、TM12の各期間における開始時点から所定時間T1にかけて、各スイッチング素子Q1、Q2のスイッチング周波数を高い方f12から低い方f11に変化、つまりスイープさせる制御を行う。

【0038】次に、制御回路5Bによってスイッチング周波数を低い方にスイープさせる理由を図5を用いて説明する。放電灯Laが絶縁破壊すると、負荷共振回路2Aにおける共振カーブは、放電灯不点灯時の共振カーブA1（ピークはfo）から放電灯絶縁破壊後の共振カーブA2に変化する。そこで、第1、第2のスイッチング素子Q1、Q2のスイッチング周波数を低い方に変化させると、放電灯Laが絶縁破壊したあとの共振カーブA2における共振周波数のピーク（fo'）にそのスイッチング周波数が近づくためにアーク放電に好適なより大きなエネルギーを得ることが可能になり、これにより、放電灯Laをより安定的にアーク放電に移行させることができる。

【0039】図6は本発明の第3の実施の形態の放電灯点灯装置における周波数スイープの説明図で、始動時の期間TM11、TM12の少なくとも一方の期間における第1、第2のスイッチング素子Q1、Q2のスイッチング周波数を複数回変化させて、放電灯Laに高電圧を印加する制御が行われる。この場合、極性反転回路用の制御回路5Cは、図6に示すように、始動時の期間TM11、TM12の各々において、スイッチング素子Q1、Q2のスイッチング周波数fHFを複数回、例えば図示のように3回、変化（スイープ）させる制御を行う。このとき、そのスイッチング周波数のスイープ範囲は、負荷共振回路2AのインダクタL1およびコンデンサC1によるLC共振のピークを含むように設定される。

【0040】なお、第1、第2のスイッチング素子Q1、Q2のオンデューティについては、第1の実施の形態と同様にしてスイッチング周波数のスイープとともにスイープされる構成でもよく、あるいはスイッチング周波数のスイープ時のみ、別の一定値に変更される構成でもよい。

【0041】次に、本第3の実施の形態の特徴となる制御回路5Cによる動作について概略を説明する。まず、定常状態用の制御モードによる回路動作について説明す

ると、点灯時の期間 TM_{21} の間、第2のスイッチング素子 Q_2 をオフしたままで第1のスイッチング素子 Q_1 を高周波動作でオン／オフさせる一方、期間 TM_{22} の間、第1のスイッチング素子 Q_1 をオフにしたままで第2のスイッチング素子 Q_2 を高周波動作でオン／オフさせる制御が繰り返され、これにより、放電灯 L_a に矩形波状の低周波電圧 V_{1a} が印加されて矩形波状の低周波電流 I_{1a} が流れ、放電灯 L_a が定常状態で点灯する。

【0042】次に、始動点灯用の制御モードによる回路動作について説明すると、第2のスイッチング素子 Q_2 のオン期間が第1のスイッチング素子 Q_1 より長くなる期間 TM_{12} および短くなる期間 TM_{11} を交互に生成するように、両スイッチング素子 Q_1 、 Q_2 を交互に高周波動作でオン／オフさせる制御が行われ、これにより、放電灯 L_a に矩形波状の低周波電圧が印加して、ランプ電圧 V_{1a} に含まれるDC成分によってアーク放電に移行するのに必要なエネルギーが放電灯 L_a に十分に供給されることになる。

【0043】また、このとき、図6に示すように、期間 TM_{11} 、 TM_{12} の各期間において、第1、第2のスイッチング素子 Q_1 、 Q_2 のスイッチング周波数を f_{11} から f_{12} に複数回変化させる制御が行われ、これにより、スイッチング周波数のスイープ毎に、負荷共振回路2Aのインダクタ L_1 およびコンデンサ C_1 によるLC共振がピークになった時点で極大となる高圧パルス電圧がランプ電圧 V_{1a} に重畳されるので、放電灯 L_a は絶縁破壊に至って好適に始動点灯することになる。また、スイッチング周波数をスイープさせることにより、部品定数がばらついていても極大となる高圧パルス電圧を放電灯 L_a に印加することが可能になる。

【0044】以上、第3の実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様の効果を奏することが可能になるほか、第1の実施の形態よりも好適に放電灯 L_a を始動点灯させることが可能になる。また、定常状態用の制御モード時における矩形波電圧発生用の発信器の出力を周波数スイープ動作の発生タイミングに使用すれば回路を簡単に構成することができる。

【0045】図7は本発明の第4の実施の形態における放電灯点灯装置の極性反転回路用の制御回路による周波数スイープの説明図である。この場合、放電灯点灯装置は、直流電源回路、負荷共振回路、極性反転回路、直流電源回路用の制御回路、および極性反転回路用制御回路を第3の実施の形態と同様に備えているほか、第3の実施の形態との相違点として、極性反転回路用の制御回路5Dは、 V_{1a} 検出回路、 I_{1a} 検出回路および駆動回路を備えているほか、始動点灯用の制御モード時において、図7に示すように始動時の期間 TM_{11} 、 TM_{12} の各期間における第1、第2のスイッチング素子 Q_1 、 Q_2 のスイッチング周波数のスイープ毎に、より小さい一定値へのデューティの変更制御を行う以外は第3の実

施の形態の制御回路5Cと同様に動作する制御回路5Dを備えている。

【0046】ここで、上記のようにデューティを変更する理由を説明すれば、放電灯 L_a は高輝度放電灯であるので、放電灯 L_a にまず高電圧を印加して放電灯を開始させ、次でアーク放電が起こった時点で十分な量の電力を供給して放電を安定な状態に移行させることが望ましい。

【0047】ところで、スイッチング周波数のスイープ期間において、高電圧を一層高くするには、デューティを0.5に近づける必要があるが、このようにデューティを0.5に近づけるほど、放電灯 L_a に印加する電圧に含まれるDC成分は逆に減少する。このように、DC成分が減少した状態でアーク放電が起こると、放電を安定な状態に移行させるのに十分な電力が放電灯 L_a に供給されなくなり、場合によっては放電灯 L_a が立ち消えてしまう。

【0048】そこで、スイッチング周波数のスイープ期間中には、0.5に近くなるようにデューティを小さくして放電灯 L_a に一層高い高圧パルス電圧が印加するようにし、そのスイープ期間外では、デューティを0.5よりも大きくして放電灯 L_a に放電を安定な状態に移行させるのに十分な量の電力を放電灯 L_a に供給するようにする。

【0049】以上、第4の実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様の効果を奏することが可能になる。

【0050】図8、9、10はそれぞれ本発明の第5、6、7の実施の形態を示す。図8の第5の実施の形態の放電灯点灯装置は、交流電源ACの交流電力を所定の直流電圧に変換する昇圧部81（AC／DC変換器）と、昇圧部の出力を放電灯に供給する電力として安定化し、放電灯の点灯電圧、電流を適正に制御する降圧部82（DC／DC変換器）と、降圧部82の直流出力を低周波の矩形波に変換して放電灯に与えるとともに、放電灯の始動時にDC成分を含んだ高周波の高電圧を発生するインバータ・始動回路83（DC／AC変換器）とからなる。

【0051】図9の第6の実施の形態の装置は、交流電源ACの交流電力を直流に変換するとともに、放電灯への供給電力を安定化し、放電灯の点灯電圧、電流を適正に制御する電力制御部91（AC／DC変換器）と、電力制御部91の直流出力を低周波の矩形波に変換して放電灯に与えるとともに、放電灯の始動時にDC成分を含んだ高周波の高電圧を発生するインバータ・始動回路92（DC／AC変換器）とからなる。

【0052】図10の第7の実施の形態の装置は、交流電源ACの交流電力を所定の直流電圧に変換する昇圧部101（AC／DC変換器）と、昇圧部の出力電圧を放電灯へ供給電力として安定化し、放電灯の点灯電圧、電流を適正に制御するとともに、昇圧部出力を放電灯に与

える低周波の矩形波に変換し、放電灯の始動時にDC成分を含んだ高周波の高電圧を発生する電力制御・インバータ・始動回路102(DC/AC変換器)とからなる。

【0053】各第5乃至第7の実施の形態において交流電源ACと昇圧部81、101は、DC電源と置き換えてもよく、また、昇圧部及び電力制御部91は交流電源ACからの入力電流歪の増加を抑制し、力率を高く保つ機能を有していてもよい。また、インバータ・始動回路83、92及び電力制御・インバータ・始動回路102はそれぞれ少なくとも一対のインダクタとコンデンサの直列接続でなる共振回路を備えており、コンデンサの両端に放電灯Laが接続される。

【0054】これら第5乃至第7の実施の形態の各装置の動作において、放電灯の始動時には、共振回路の共振周波数近傍の高周波で、周波数を変化しながら、点灯動作が行われる。これにより、共振回路のインダクタとコンデンサのばらつきによって共振周波数が変化しても、周波数を変化しながら点灯動作が行われるため、始動のための共振電圧を確実に発生させることが可能であり、また、共振周波数で回路動作が固定されないため、共振電圧の発生時に流れる大きな共振電流の発生期間が短縮され、各構成要素にかかるストレスを低減することが可能となる。

【0055】また、インバータ・始動回路83及び電力制御・インバータ・始動回路102は、始動時には上記の共振による高電圧にDC成分を重畳するように動作する。例えば、ブリッジ型のインバータにおいて高周波で動作するスイッチング素子のデューティをアンバランスにすることにより、コンデンサ両端にはデューティ比に応じたDC成分が発生し、放電灯両端にはDC成分が重畳された共振電圧が発生する。これにより、共振電圧により、放電灯が絶縁破壊し、始動した後、このDC成分によりグロー放電からアーク放電への移行が容易となり、放電灯の始動性が改善される。

【0056】上述した各実施の形態では、極性反転回路とインバータ回路のスイッチング素子をハーフブリッジ構成で示してあるが、本発明においてインバータをフルブリッジ構成とすることも可能である。

【0057】図11に示す第8の実施の形態ではスイッチング素子をフルブリッジ構成としたインバータ回路を含む極性反転回路113Aが用いられ、回路113Aは直流電源回路111Aの出力端に夫々例えばMOSFETからなる第1、第2のスイッチング素子Q1、Q2の直列回路と、第3、第4のスイッチング素子Q3、Q4の直列回路とを接続し、第1、第2のスイッチング素子Q1、Q2の接続点と第3、第4のスイッチング素子Q3、Q4の接続点との間にコンデンサC0とインダクタL0の直列回路を接続し、コンデンサC0に並列に高輝度放電灯Laを接続してなり、極性反転回路用の制御回

路115Aはランプ電流検出回路114、ランプ電圧検出回路113、制御回路115、駆動回路116を備えている。

【0058】而して放電灯Laの無負荷時にあっては、スイッチング素子Q1～Q4は、制御回路115の信号によって駆動回路116から出力される駆動信号により図12の波形Q1～Q4に示すように、比較的高周波で交互にオン/オフされる。このとき、オン/オフの周波数を、インダクタL0、コンデンサC0の直列共振周波数の近傍とすることにより、コンデンサC0の両端には、図12に示す高電圧V1aが発生し、この高電圧V1aにより放電灯Laを絶縁破壊させて始動させる。無負荷状態が継続されると、上述の無負荷時の動作が間欠的に行われる。

【0059】次に放電灯Laが始動し定常状態になると、第1、第3のスイッチング素子Q1、Q3が高周波でスイッチングする期間が比較的低周波で交互に繰り返され、また第1のスイッチング素子Q1が高周波でスイッチングしている期間には第4のスイッチング素子Q4が、また第3のスイッチング素子Q3が高周波でスイッチングしている期間には第2のスイッチング素子Q2がオンすることになる。その結果、放電灯Laには各極性において、直流成分に高周波のリプル成分が重畳されたランプ電流I1aが流れ、それが、低周波で交番されることにより、略矩形波の電圧で放電灯は点灯される。

【0060】また、放電灯Laには、ランプ電圧検出回路113とランプ電流検出回路114からの信号に従って制御回路115により各スイッチング素子Q1～Q4のスイッチングが制御されることにより、適切な出力が供給される。

【0061】ここで第8の実施の形態も上述の各実施の形態と同様に、放電灯Laが絶縁破壊を生じ、始動した後、定常状態に移行する放電の不安定な時期において、ランプ電流I1aを多く流してアーク放電への移行を容易にし、始動性が向上される。この始動後の動作は上述の各実施の形態と同様であるから説明は省略する。

【0062】一方、図13の第9の実施の形態では図11のインバータ回路のスイッチング素子のフルブリッジ構成における第3、第4のスイッチング素子Q3、Q4を直列接続のコンデンサC01、C02で置き換えており、更に、LC共振回路には直列接続のインダクタL1とコンデンサC1の両端にコンデンサC2を、インダクタL1とコンデンサC1の両端にコンデンサC2を、インダクタL1とコンデンサC2の接続点と第1、第2のスイッチング素子Q1、Q2の接続点との間にインダクタL2を挿入して二重のLC共振回路を構成する。

【0063】放電灯Laとして高輝度放電灯を用いる場合、通常は蛍光灯のように数十kHzの高周波点灯は行われない。これはこのような高周波領域では音響的共鳴現象が生じて放電が不安定になる可能性があるためで、

従って高輝度放電灯の場合は低周波の矩形波状の電圧、電流による点灯が行われる。しかし、その場合も上述の実施の形態におけるように定常点灯時の第1又は第2のスイッチング素子の高周波のスイッチングによってランプ電流に高周波成分が重畳され、特にこの高周波成分が大きくなると上述のような音響的共鳴現象が生じる恐れがある。従って本第9の実施の形態では二重の共振回路をなすインダクタL2とコンデンサC2によってこの高周波成分を除去するローパスフィルタを構成し、高周波成分を除去して音響的共鳴現象の発生を防止することが可能となる。

【0064】上述した各実施の形態では放電灯に供給される電力の制御を極性反転回路のインバータ回路部分で行っているが、図14に示す第10の実施の形態のように電力制御部分とインバータ回路部分とを分離してもよい。その場合、電力制御部分は降圧チョッパ回路として構成され、ランプ電圧検出手段51とランプ電流検出手段52の検出値によってランプ電力検出回路53が適正なランプ電力値を設定し、これに沿って駆動回路54がインバータ部分の各スイッチング素子Q1～Q4の動作を制御する。これによって得られた出力がインバータ回路部分で低周波の矩形波に変換され、放電灯Laに印加される。インバータ回路部分における各スイッチング素子Q1～Q4は図15の波形図に示すように動作し、上述の各実施の形態と同様にDC成分を重畳した共振電圧が発生し、この共振電圧によって放電灯Laが始動される。

【0065】上述の各実施の形態ではまた、始動時と点灯時の切り替わりについては特に明記していないが、ランプ電流検出手段またはランプ電圧検出手段によって放電灯の点灯を検出し、それによって動作の切り替えを行うか、または、電源投入後の一定期間は始動動作を継続した後、動作を切り替えて点灯動作を行うことができる。

【0066】図16は第1の実施の形態において放電灯の始動直後にランプ電流を増加して始動性の向上を得るように制御回路を構成した第11の実施の形態の動作を説明する波形図である。図16(a)は無負荷状態において、放電灯Laに無負荷時の共振電圧を間欠的に印加する無負荷間欠動作状態(I)と、定常動作状態(II)とを示しており、無負荷間欠動作状態(I)では、図16(b)、16(c)で示すようにスイッチング素子Q1、Q2が高周波でスイッチングしている動作を間欠的とするように制御されており、そのときの放電灯Laの両端に印加される電圧16(d)に示すように高電圧となっている。

【0067】このとき制御回路5Aは放電灯Laに流すランプ電流I1aの指示値を図16(e)に示すように通常点灯時に流す電流値I2より大きい電流値I1としている。放電灯Laが無負荷時の共振電圧により絶縁破

壊を生じて始動すると、放電灯Laには、直流電源回路1Aから極性反転回路3Aのインバータ回路部を通じてエネルギーが供給され、図16(f)に示すようにランプ電流I1aが流れ始める。ランプ電流検出回路52は、このランプ電流I1aの流れ始めを検出し、放電灯Laの始動を検出する。つまり、ランプ電流検出回路52は、点灯判別手段を兼ねる。

【0068】ランプ電流検出回路52は始動を検出すると、検出信号を図16(g)に示すように出力し、制御回路5Aはその検出信号を受けて、一定期間 τ 、ランプ電流検出回路52とランプ電圧検出回路51とからの検出信号により決まる通常の電流値I1よりも大きな電流値I2の電流が流れるように、スイッチング素子Q1、Q2のスイッチング動作を制御する。これにより、放電灯Laが絶縁破壊を生じ、始動した後、定常状態に移行する放電の不安定な時期にランプ電流I1aを多く流すことができ、アーク放電への移行が容易となり、始動性の向上を図ることができる。

【0069】上記一定期間 τ が過ぎると、制御回路5Aはランプ電流検出回路52とランプ電圧検出回路51とからの検出信号により決まる電流値I1を流すようにスイッチング素子Q1、Q2のスイッチング動作を制御する。

【0070】図17は第12の実施の形態の動作を示す波形図で、本実施の形態の装置は第1の実施の形態の回路構成に加えて始動電圧を間欠的に印加する手段を有するとともに、制御回路5Aは放電灯の始動直後に間欠始動電圧印加手段を停止し、放電灯の始動を継続する。

【0071】今、図17(a)に示す無負荷状態での動作過程(I)において、放電灯Laが図17(d)に示す無負荷時の共振電圧による高電圧で絶縁破壊を生じて始動したとすると、放電灯Laには、直流電源回路1Aよりエネルギーが供給され、ランプ電流I1aが図17(f)に示すように流れ始める。ランプ電流検出回路51がこのランプ電流I1aの流れ始めを検出して放電灯Laの始動を検出すると図17(g)に示す検出信号を出力し、この検出信号を受けた制御回路5Aは一定期間 τ スイッチング素子Q1、Q2のスイッチング動作を図17(b)、17(c)に示すように無負荷時と同様なスイッチング動作とし、かつ無負荷時の間欠動作を停止して連続動作とする制御を行う。そして一定期間 τ が過ぎると、定常動作に制御が移行する。

【0072】これにより、放電灯Laの始動直後の不安定な状態から安定な点灯状態であるアーク放電への移行が容易となり、また安定な点灯状態の動作過程(III)に移行した後、定常状態のスイッチングに移行するため、確実な始動が可能である。しかも、放電灯Laが絶縁破壊した後、間欠動作を停止し、連続動作とするため、間欠共振動作による放電灯Laの立ち消えも防止でき、始動性の向上を図ることが可能である。図17

(e) は制御回路 5 A が指示するランプ電流 I_{1a} の値を示す。

【0073】ところで、絶縁破壊後、無負荷連続動作の過程 (II) において、万一放電灯 L_a が立ち消えて、ランプ電流 I_{1a} が図 18 (f) の「 a 」で示すように流れなくなり、ランプ検出回路 5 1 の検出信号が図 18 (g) に示すように出力されなくなっても、無負荷動作の連続継続により、放電灯 L_a の両端には図 18 (d) に示すように共振電圧による高電圧が印加されるため、再度絶縁破壊が起きて、放電灯 L_a を始動させることが可能であり、確実な始動を確保することができる。なお、図 18 (a) ~ (g) は図 17 (a) ~ (g) に対応するタイミングチャートを示す。

【0074】図 19 は第 13 の実施の形態の動作を示す波形図で、本実施の形態の装置は第 12 の実施の形態と同様に間欠始動電圧印加手段を有し、制御回路 5 A は始動直後に間欠始動電圧印加手段を停止して放電灯の始動を継続し、ランプ電流を増加する。

【0075】今、図 19 (a) に示す無負荷状態での動作過程 (I) において、放電灯 L_a が図 19 (d) に示す無負荷時の共振電圧による高電圧 V_{1a} で絶縁破壊を生じ、始動したとすると、放電灯 L_a には、直流電源回路 1 A よりエネルギーが供給され、ランプ電流 I_{1a} が図 10 (f) に示すように流れ始める。ランプ電流検出回路 5 2 が、このランプ電流 I_{1a} の流れ始めを検出して放電灯 L_a の始動を検出すると図 19 (g) に示す検出信号を出力し、この検出信号を受けた制御回路 5 A は一定期間 τ 、スイッチング素子 Q_1 、 Q_2 のスイッチング動作を図 19 (b)、19 (c) に示すように無負荷時と同様なスイッチング動作とし、かつ無負荷時の間欠動作を停止して連続動作とする制御を行うとともに、この時のランプ電流 I_{1a} の値を、図 19 (e) に示すようにランプ電流検出回路 5 2 とランプ電圧検出回路 5 1 からの信号により決まる電流値 I_2 よりも大きな値 I_1 の電流が流れるようスイッチング素子 Q_1 、 Q_2 のスイッチングを制御する。そして一定期間 τ が過ぎると、定常動作に制御が移行する。

【0076】これにより、放電灯 L_a の始動直後の不安定な状態から安定な点灯状態であるアーク放電への移行が容易となり、また安定な点灯状態の動作過程 (III) に移行した後、定常状態のスイッチングに移行するため、確実な始動が可能である。しかも、放電灯 L_a が絶縁破壊した後、間欠動作を停止し、連続動作とするため、間欠発振動作による放電灯 L_a の立ち消えも防止でき、始動性の向上を図ることが可能である。

【0077】図 20 は第 14 の実施の形態の装置の動作を示す波形図で、本装置は第 13 の実施の形態の回路とはほぼ同じ構成を有し、制御回路 5 A は始動直後に間欠始動電圧印加手段を停止して放電灯の始動を継続し、ランプ電流を増加するが、始動後の動作が下記のように第 1

3 の実施の形態とは相違する。

【0078】今、図 20 (a) に示す無負荷状態での動作過程 (I) において、放電灯 L_a が図 20 (d) に示す無負荷時の共振電圧による高電圧で絶縁破壊を生じ、始動したとすると、放電灯 L_a には、直流電源回路 1 A からエネルギーが供給され、ランプ電流 I_{1a} が図 20 (f) に示すように流れ始める。ランプ電流検出回路 5 2 がこのランプ電流 I_{1a} の流れ始めを検出して放電灯 L_a の始動を検出すると、図 20 (g) に示す検出信号を出力し、この検出信号を受けた制御回路 5 A は一定期間 τ 中、スイッチング素子 Q_1 、 Q_2 のスイッチング動作を図 20 (b)、20 (c) に示すように無負荷時と同様なスイッチング動作とし、かつ無負荷時の間欠動作を停止して連続動作とする制御を行うとともに、この時のランプ電流 I_{1a} の値を図 20 (e) に示すようにランプ電流検出回路 5 2 とランプ電圧検出回路 5 1 からの検出信号で決まる電流値 I_2 よりも大きな値 I_1 の電流が流れるようスイッチング素子 Q_1 、 Q_2 のスイッチングを制御する。そして立ち消えずに一定期間 τ が過ぎると、定常動作に制御が移行する。

【0079】ところで絶縁破壊後、無負荷連続動作過程 (II) において、万一放電灯 L_a が立ち消えて図 20 (f) の「 a 」で示すようにランプ電流 I_{1a} が流れなくなり、ランプ電流検出回路 5 2 から検出信号が出力されなくなっても、無負荷動作が連続して継続しているため、すぐに、放電灯 L_a の両端に、共振電圧による高電圧を図 20 (d) に示すように発生させ、放電灯 L_a を再始動させる。ここで本実施の形態では、再度、放電灯 L_a が始動した時点より、再度一定期間 τ の間上記の無負荷動作の連続動作を繰り返し、無負荷連続動作過程 (III) を延長する。

【0080】これにより、放電灯 L_a の始動直後の不安定な状態から安定な点灯状態であるアーク放電への移行が容易となり、また、安定な点灯状態に移行した後、定常状態のスイッチングに移行するため、確実な始動が可能である。しかも、放電灯 L_a が絶縁破壊した後、間欠動作を停止し、連続動作とするため、間欠発振動作による放電灯 L_a の立ち消えも防止でき、始動性の向上を図ることが可能である。

【0081】また、始動過程において、万一、放電灯 L_a が立ち消えた場合においても、すぐに始動の為の電圧を印加できるとともに、再始動後も安定な点灯状態に移行するため、より確実に始動を行うことが可能である。

【0082】なお、本発明の放電灯点灯装置は、上述したもののみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【0083】

【発明の効果】以上、説明したように本発明の請求項に

記載の放電灯点灯装置によれば、LC共振で得られる高圧パルス電圧で放電灯を好適に始動点灯させるとともに、アーク放電にスムーズに移行させるために必要なエネルギーを放電灯に供給して始動性を向上させ、しかもコイル、コンデンサ、スイッチング素子等のような構成部品にかかるコストを低減させることが可能になるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る放電灯点灯装置の概略ブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る放電灯点灯装置の回路図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る放電灯点灯装置における始動時と点灯時における各部の信号波形図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態に係る放電灯点灯装置におけるスイッチング周波数のスイープ方向についての説明図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態に係る放電灯点灯装置におけるスイッチング周波数のスイープ方向についての説明図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態に係る放電灯点灯装置において極性反転回路に対する制御回路による周波数スイープの説明図である。

【図7】本発明の第4の実施の形態に係る放電灯点灯装置において極性反転回路に対する制御回路による周波数スイープの説明図である。

【図8】本発明の第5の実施の形態に係る放電灯点灯装置の概略ブロック図である。

【図9】本発明の第6の実施の形態に係る放電灯点灯装置の概略ブロック図である。

【図10】本発明の第7の実施の形態に係る放電灯点灯

装置の概略ブロック図である。

【図11】本発明の第8の実施の形態に係る放電灯点灯装置の回路図である。

【図12】本発明の第8の実施の形態に係る放電灯点灯装置における各部の信号波形である。

【図13】本発明の第9の実施の形態に係る放電灯点灯装置の回路図である。

【図14】本発明の第10の実施の形態に係る放電灯点灯装置の回路図である。

【図15】本発明の第10の実施の形態に係る放電灯点灯装置の各部の信号波形である。

【図16】本発明の第11の実施の形態に係る放電灯点灯装置の各部の信号波形である。

【図17】本発明の第12の実施の形態に係る放電灯点灯装置の動作説明用のタイミングチャートである。

【図18】本発明の第13の実施の形態に係る放電灯点灯装置の動作説明用のタイミングチャートである。

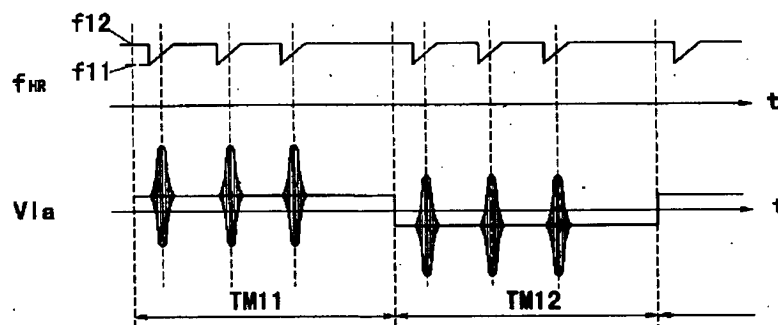
【図19】本発明の第14の実施の形態に係る放電灯点灯装置の動作説明用のタイミングチャートである。

【図20】本発明の第15の実施の形態に係る放電灯点灯装置の動作説明用のタイミングチャートである。

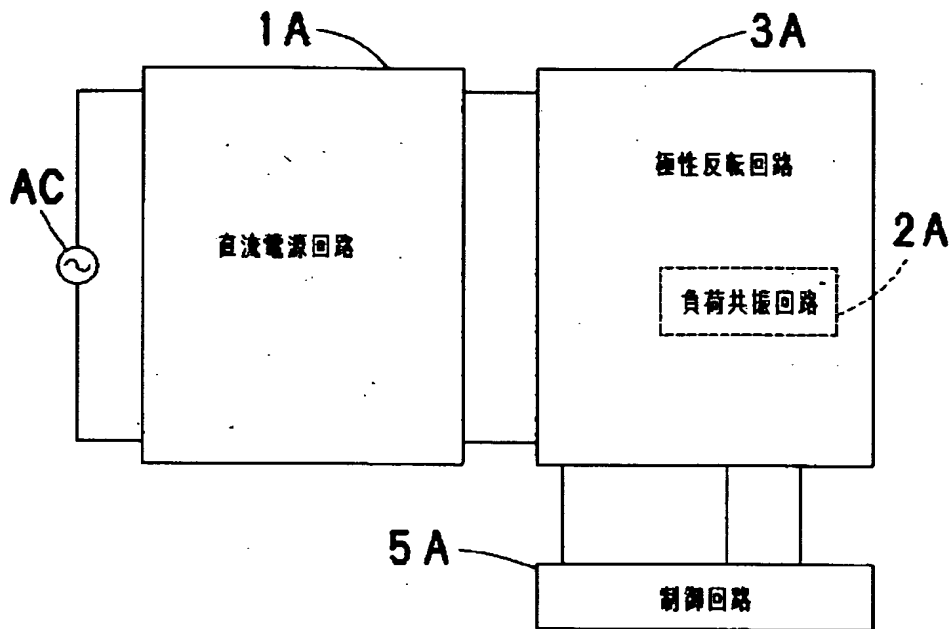
【符号の説明】

- 1 A 直流電源
- 2 A 負荷共振回路
- 3 A 極性反転回路
- 4 A 制御回路
- 5 A 制御回路
- 11 A 昇圧チョッパ回路
- L1 インダクタ
- C1 コンデンサ
- La 放電灯

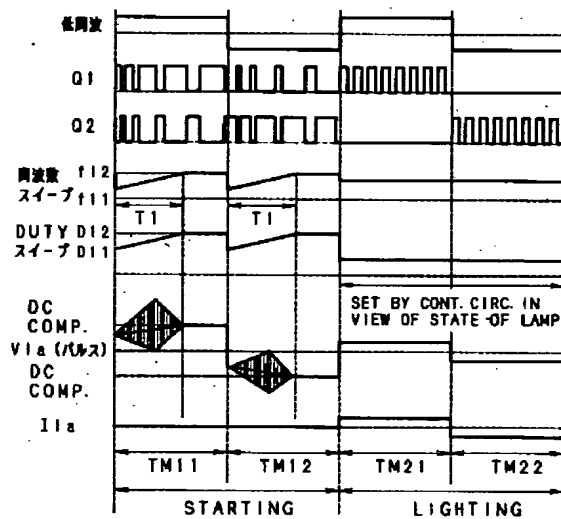
【図6】



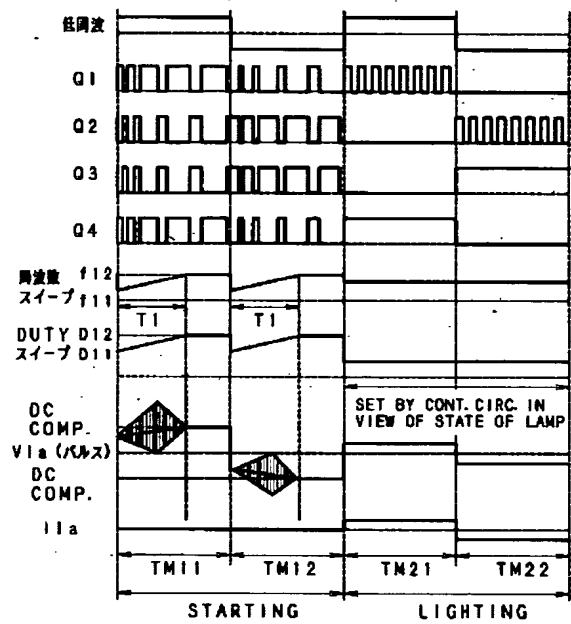
【図1】



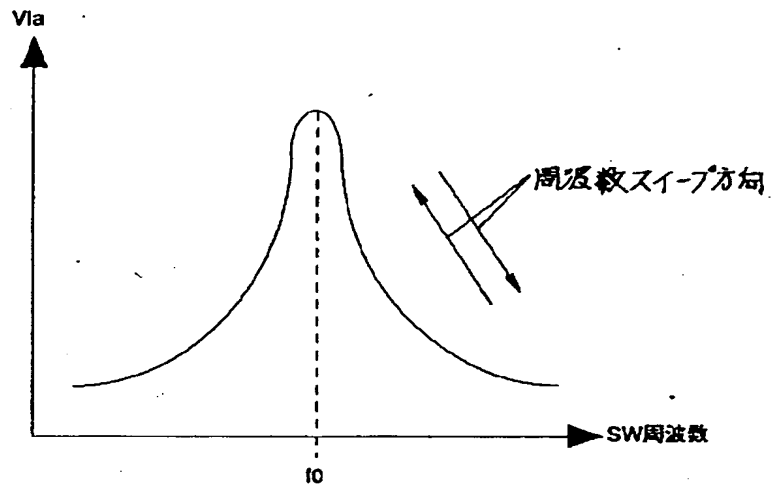
【図3】



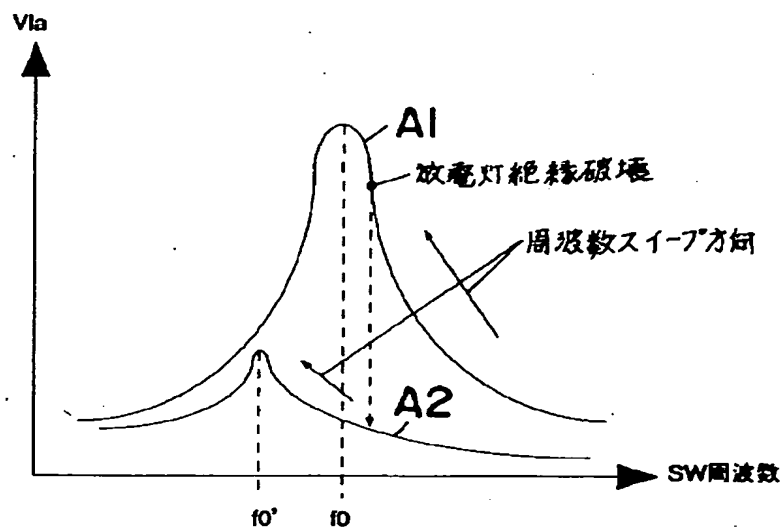
【図12】



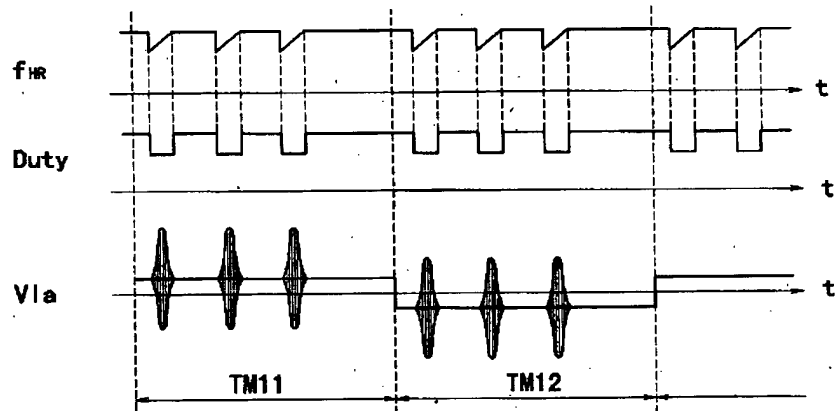
【図4】



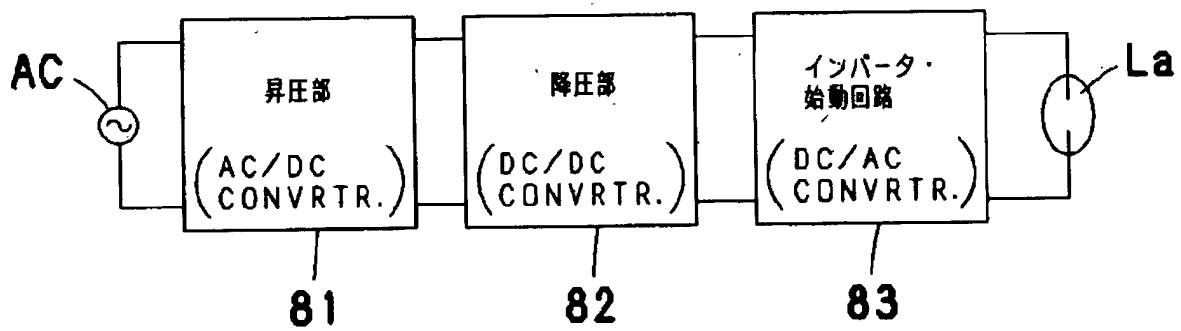
【図5】



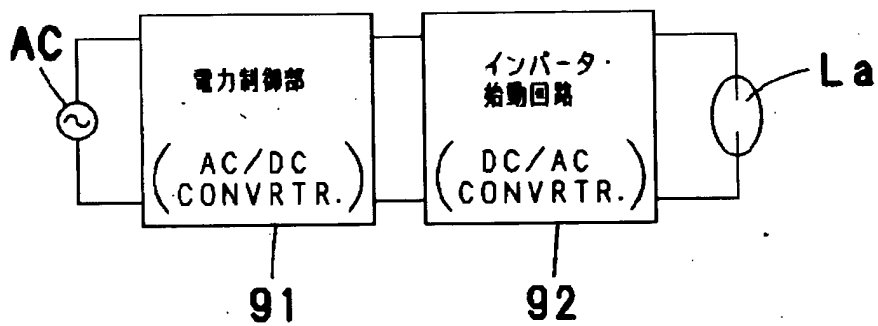
【図7】



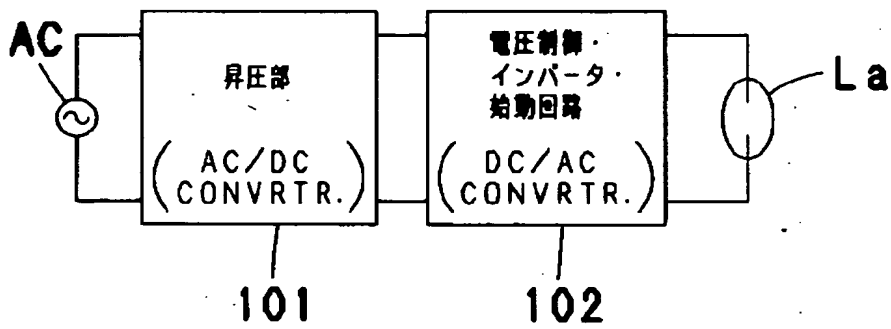
【図8】



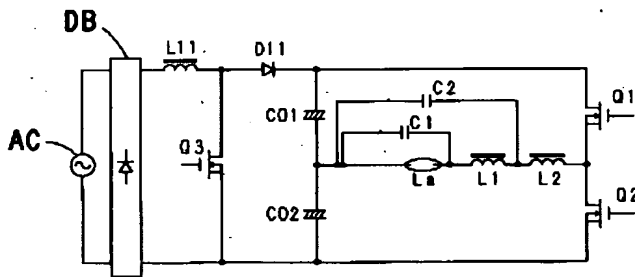
【図9】



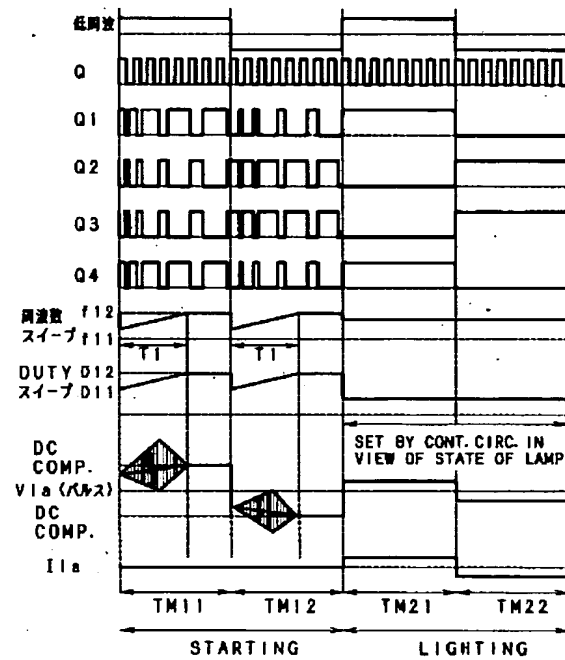
【図10】



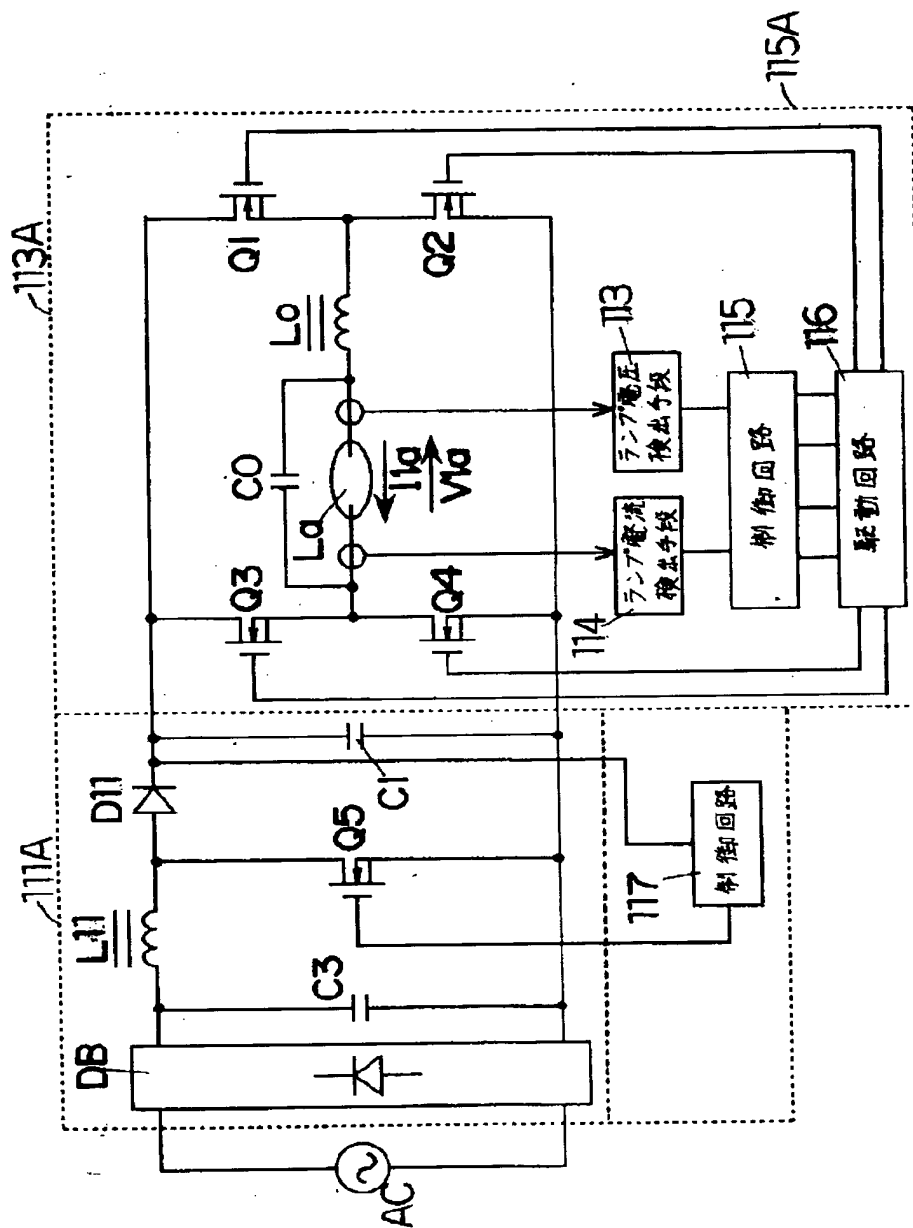
【図13】



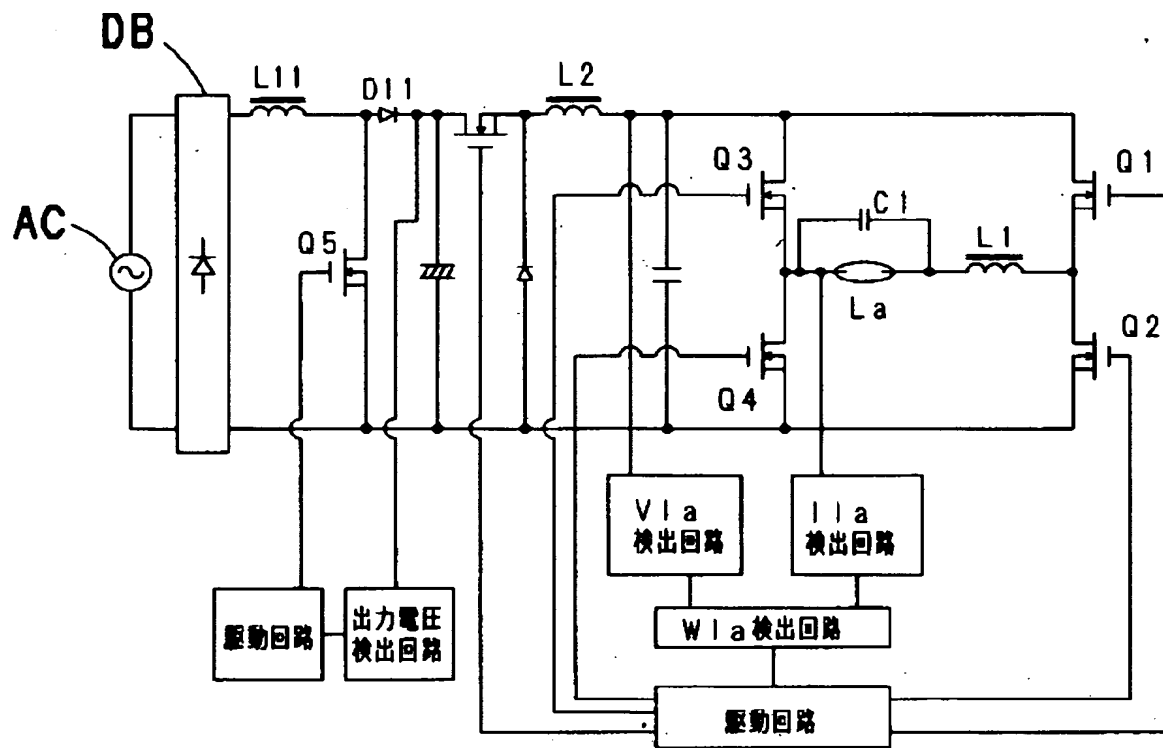
【図15】



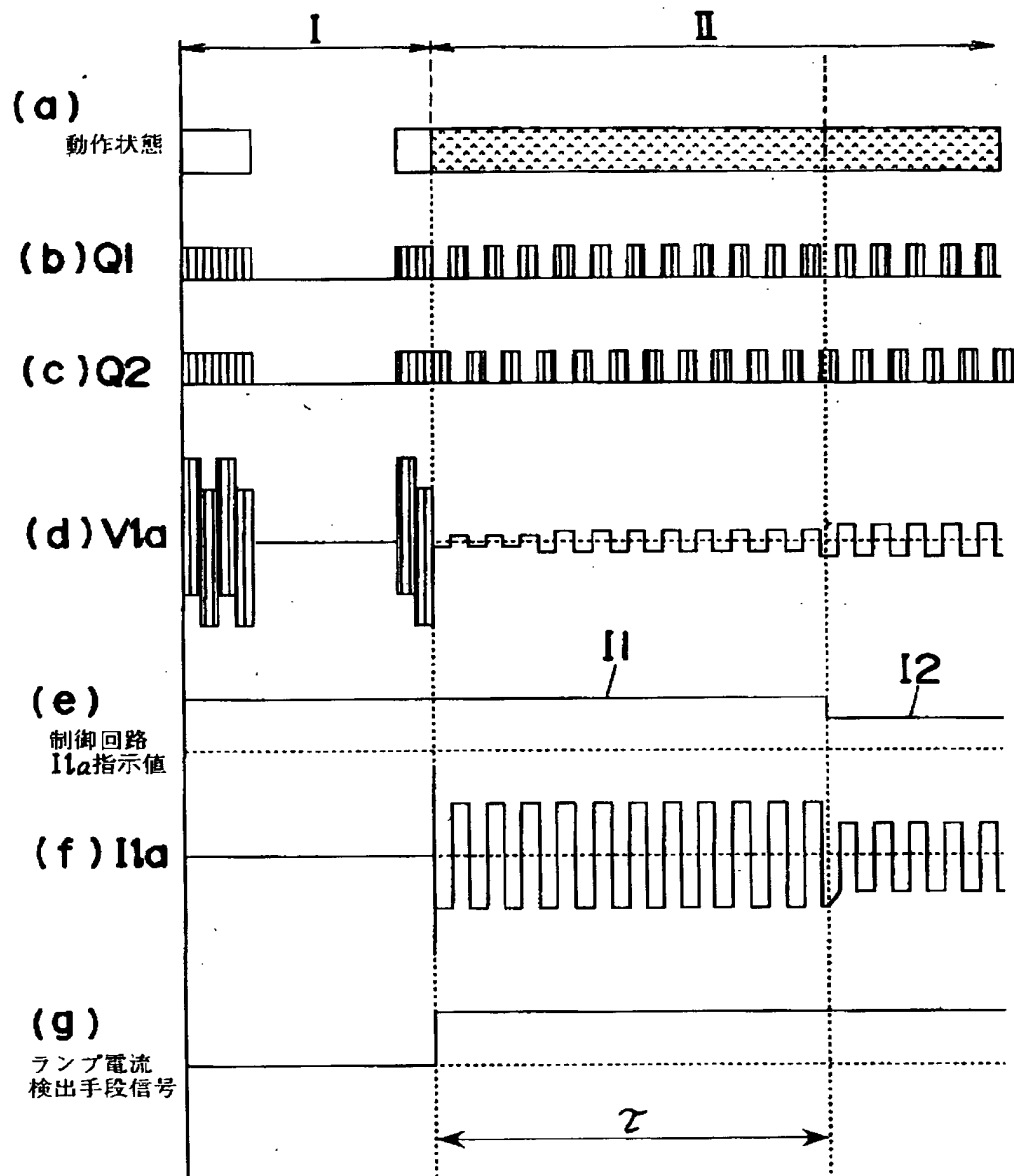
【図11】



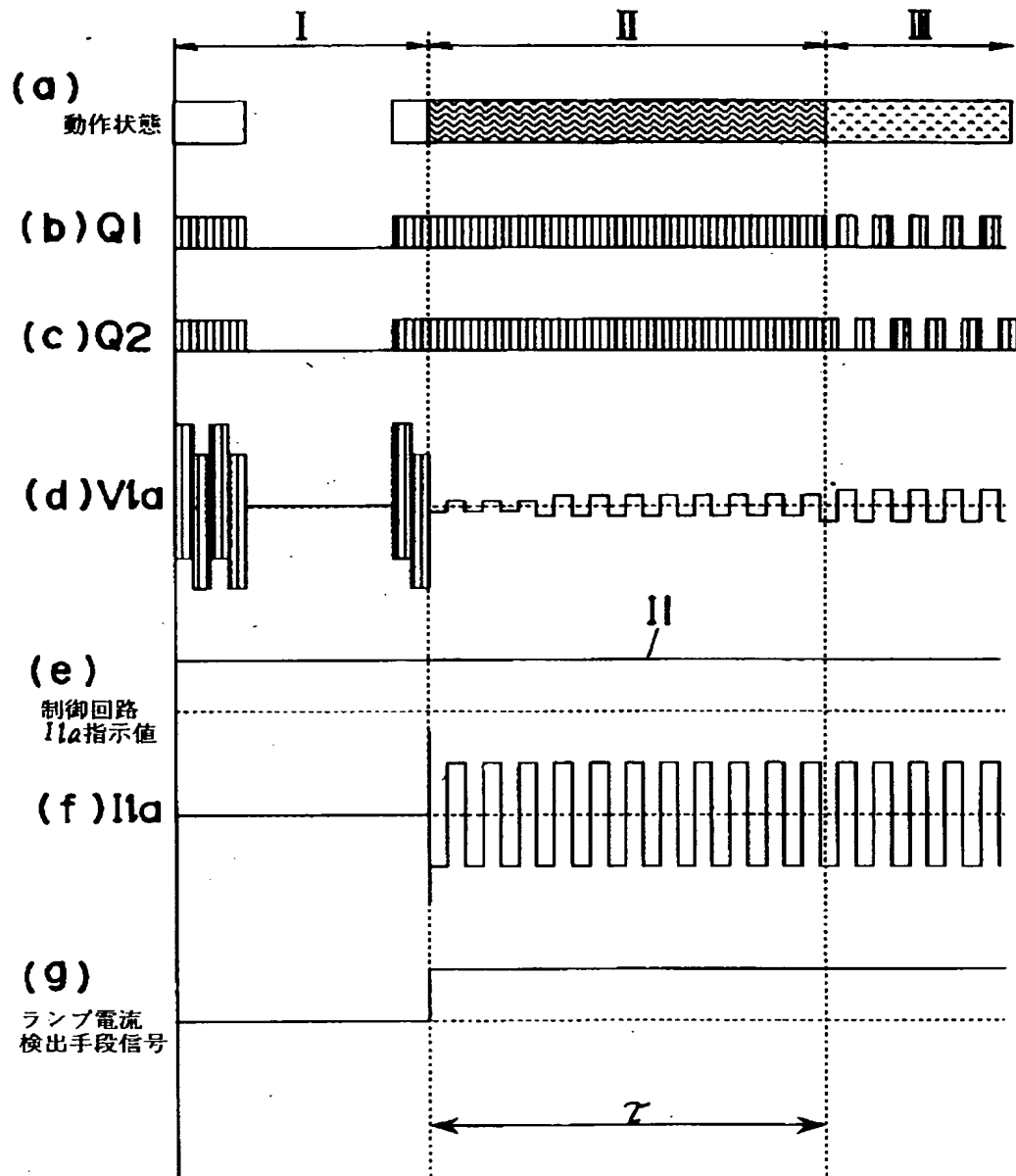
【図14】



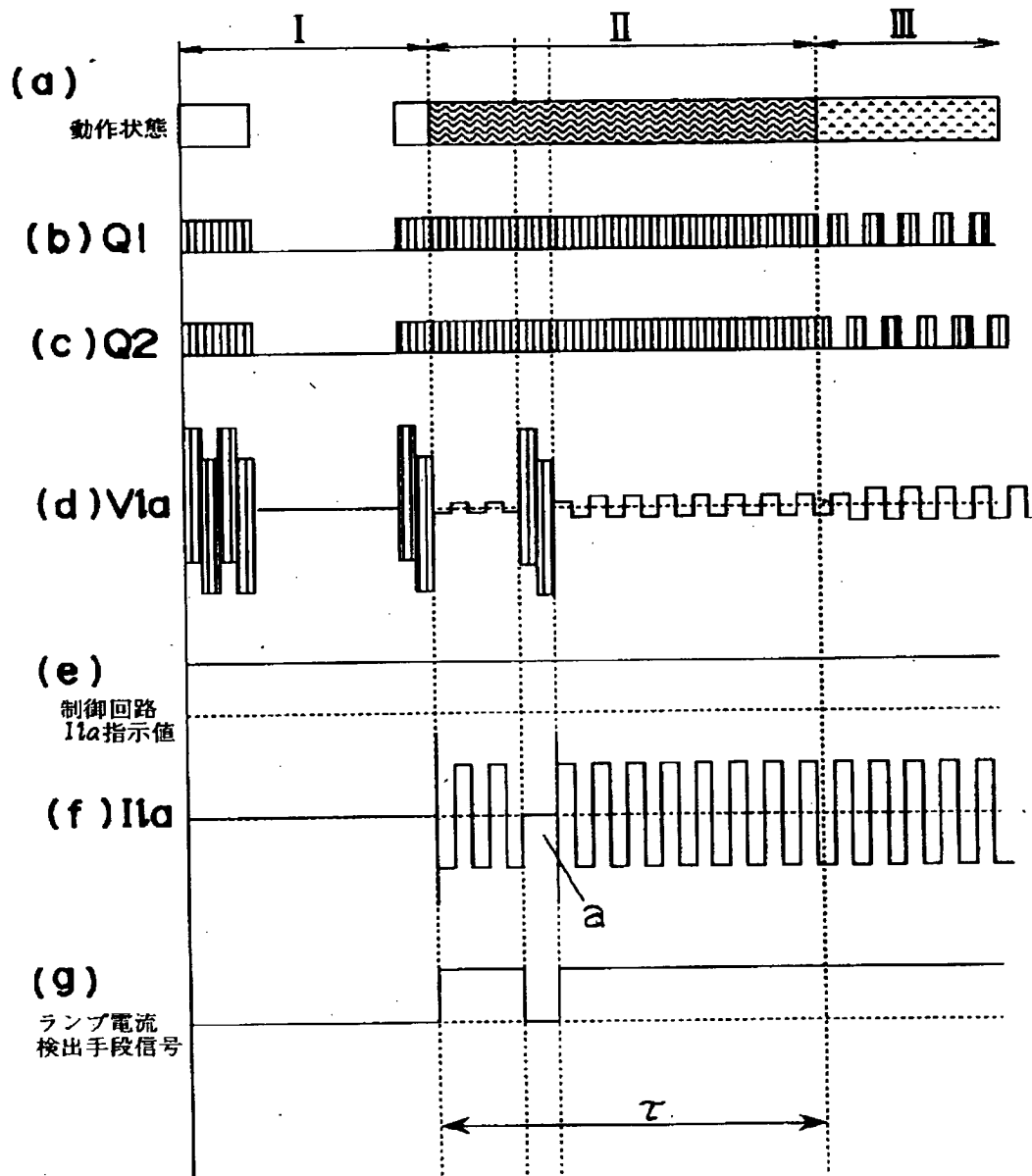
【図16】



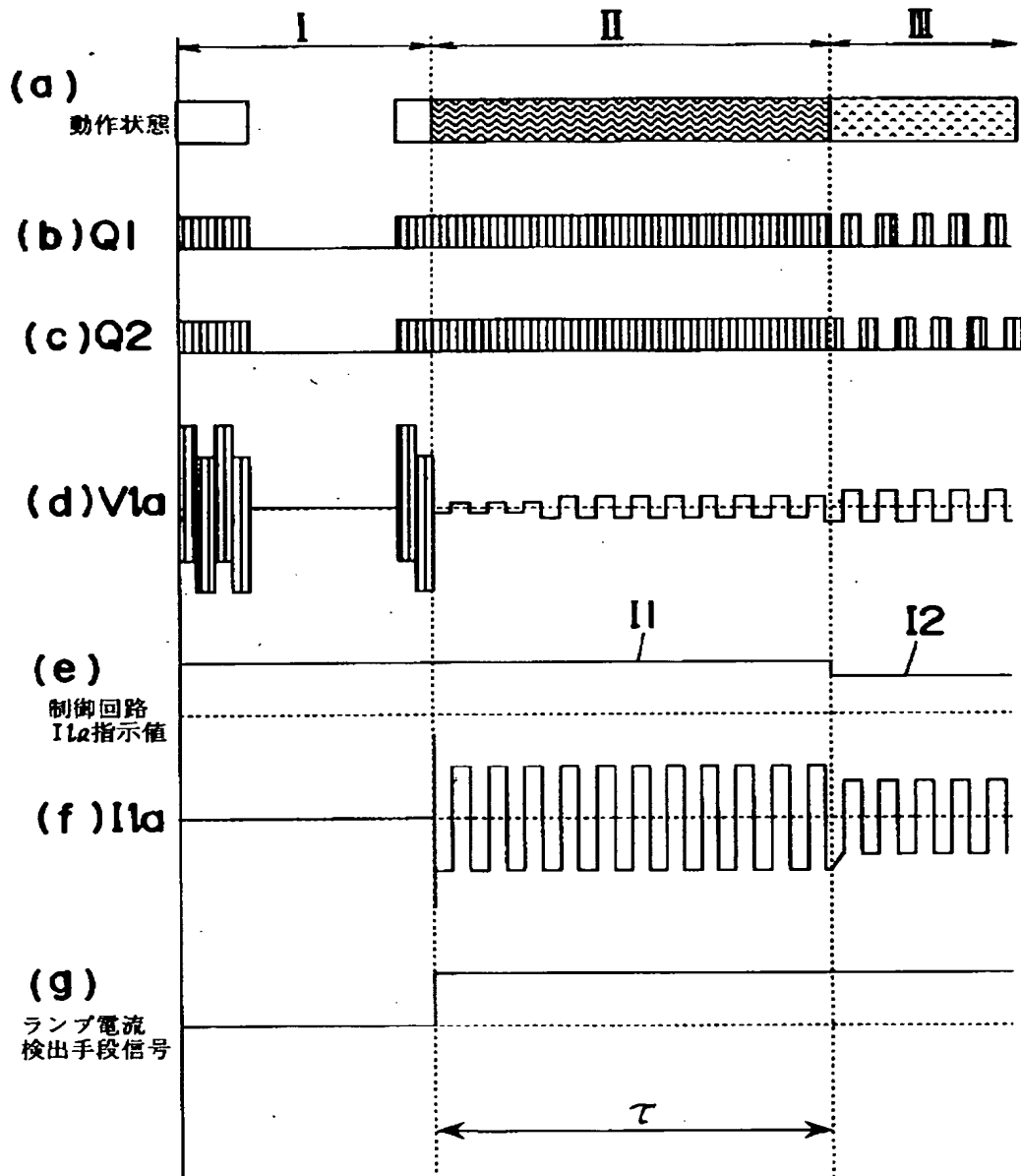
【図17】



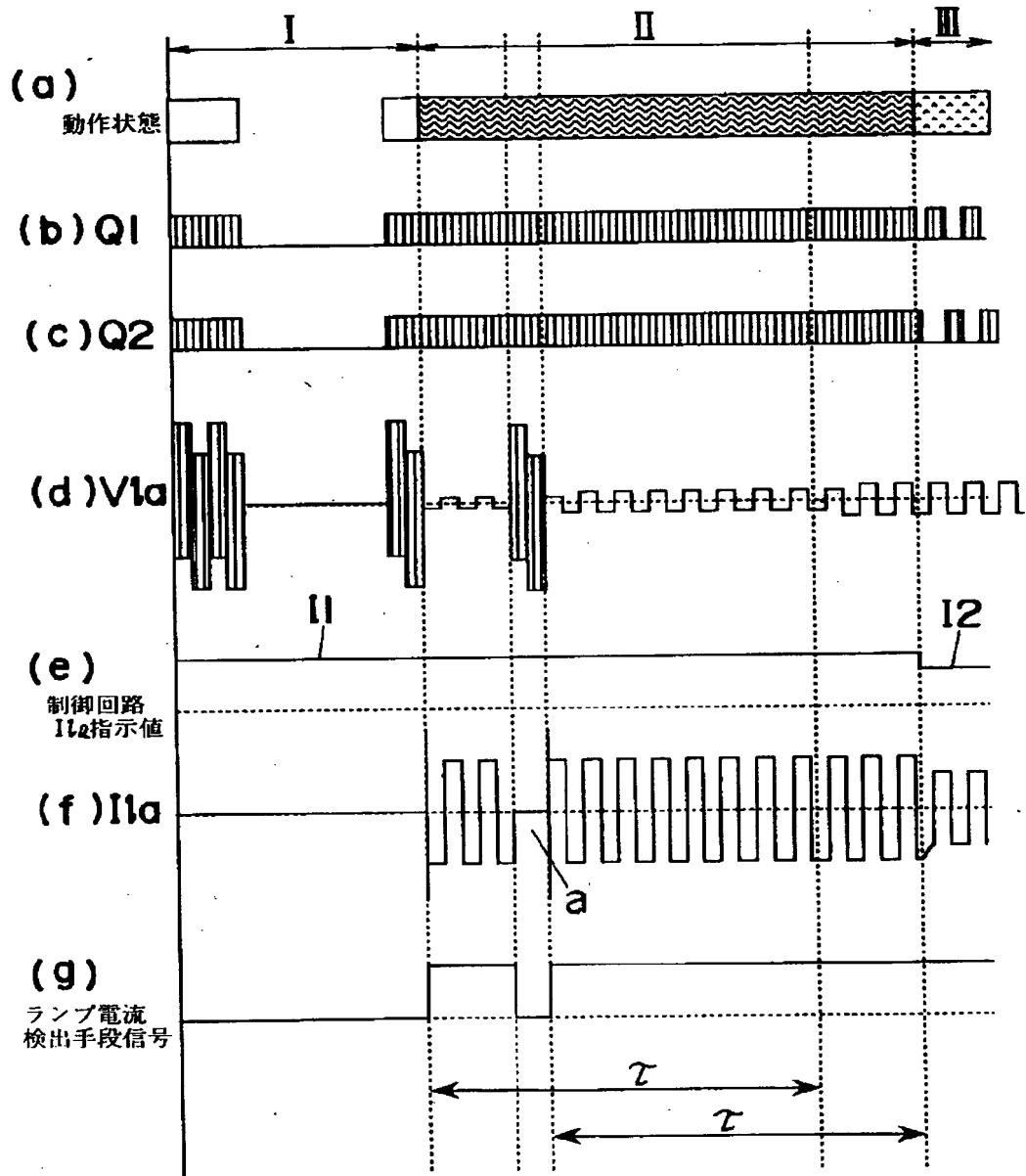
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 塩見 務
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 サン・イーヤン
アメリカ合衆国マサチューセッツ州ベヴァ
リー・ホリーレーン26

(72)発明者 強力 健史
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 新堀 博市
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(註 5)) 0 1 - 3 3 8 7 8 9 (P 2 0 0 1 - J 8 9

F ターム(参考) 3K072 AA11 BA05 BB10 BC01 DD03
DD04 EA07 EB05 EB07 GA03
GB12 GB18 GC04 HA05 HA06
HA10

THIS PAGE BLANK (USPTO)